

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCISCO ANTONIO OLLÉ DA LUZ

**DIMENSIONAMENTO DE OBJETO REAL ATRAVÉS DE CAPTURA DE
IMAGENS EM SISTEMAS DIGITAIS**

CURITIBA

2011

FRANCISCO ANTONIO OLLÉ DA LUZ

**DIMENSIONAMENTO DE OBJETO REAL ATRAVÉS DE CAPTURA DE
IMAGENS EM SISTEMAS DIGITAIS**

Dissertação apresentada como requisito para obter o título de mestre em engenharia mecânica do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, na área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Leite
Ribeiro Okimoto

CURITIBA

2011

TERMO DE AVALIAÇÃO

FRANCISCO ANTÔNIO OLLÉ DA LUZ

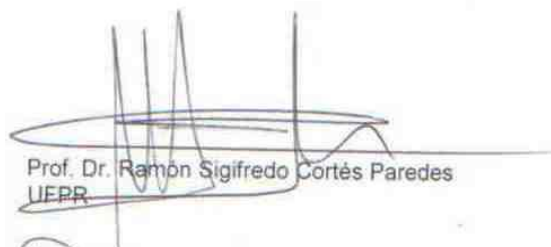
DIMENSIONAMENTO DE OBJETO REAL ATRAVÉS DE CAPTURA DE IMAGENS EM SISTEMAS DIGITAIS

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica, área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

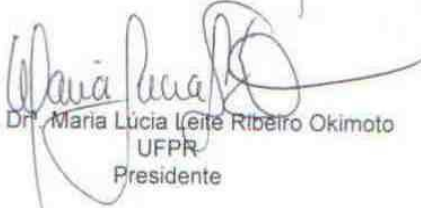
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
UNESP



Prof. Dr. Ramón Sigifredo Cortés Paredes
UFPR



Prof. Dr. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto
UFPR
Presidente

Curitiba, 23 de agosto de 2011.

AGRADECIMENTOS

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha orientadora professora Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, pela orientação e pelas contribuições e críticas que propiciaram um maior aprofundamento desta pesquisa.

Aos meus pais, Getulio e Celia (in memoriam), por suas dedicações para comigo.

A minha esposa Dulce e ao meu filho Guilherme, pela paciência que tiveram comigo e ao incentivo que me deram.

Aos meus colegas Edmilson, Fernando, Gismar, Ricardo, Audi, João Almir e a professora Sônia de estatística pelo incentivo e ajuda prestada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao nosso Senhor Jesus Cristo que colocou essa jornada em minha vida, onde pude crescer como pessoa e que me proporcionou conhecer diversas pessoas que hoje fazem parte da minha vida.

“Pouco conhecimento faz com que as criaturas se sintam orgulhosas”.

Muito conhecimento, que se sintam humildes.

*É assim que as espigas sem grãos erguem
desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que
as cheias abaixam para a terra, sua mãe.”*

Leonardo Da Vinci

RESUMO

O objetivo deste projeto é levantar dados antropométricos e ergonômicos das mãos para possíveis aplicações futuras em projeto de equipamentos de proteção individual e adaptação a equipamentos industriais. A crescente preocupação dos fabricantes nacionais em aplicar conhecimentos de base científica na fabricação de fôrmas em equipamentos industriais tem sido despertada pela conscientização da importância de projetar postos de trabalho mais confortáveis e assim diminuir o número de trabalhadores com doenças do trabalho. Buscando determinar um método indireto de captura de imagens antropométricas para as mãos anatômicas procurando explorar os pontos que compõem a sua superfície irregular e assimétrica. Para tal fim foi realizados uma comparação deste método indireto com scanner com um direto realizado com um paquímetro. Pretende-se com isso avaliar o método de captura de imagens como medição indireta para um levantamento de dados antropométricos, desenvolver técnicas de medição indireta antropométrica da mão humana e verificar se há diferenças significativas entre o método direto e o indireto. Este motivo gera a necessidade de desenvolver uma técnica de medição antropométrica indireta, que neste caso seria a utilização de captura de imagens com escâner a laser.

Palavras chaves: Ergonomia. Antropometria. Método. Captura de imagens e escâner.

ABSTRACT

The objective of this project is to assess anthropometric and ergonomic data of hands for possible future applications in the design of personal protective equipment and adaptation to industrial equipment. The growing concern of domestic manufacturers to apply basic scientific knowledge in the manufacture of molds in industrial equipment has been aroused by awareness of the importance of designing jobs more comfortable and help to reduce the number of workers with occupational diseases. Seeking for establishing an indirect method of capturing images into the anthropometric hands for exploring the anatomical points that make the surface irregular and asymmetrical. To this end a comparison was made with this indirect method with an indirect held scanner with a caliper. It is intended to evaluate the method of capturing images as an indirect measurement for anthropometric data collection, developing indirect anthropometric measurement technique of the human hand and see if there are significant differences between the direct and indirect method. This motive creates a need to develop an indirect. Anthropometric measurement technique, which in this case would be to use image capture with the laser scanner.

Keywords: Ergonomics. Anthropometry. Method. Capture images and scanner.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Homem Vitruviano.....	18
Figura 2 - Anatomia Esquelética da mão	21
Figura 3 - Movimentos da mão.....	22
Figura 4 - Nervos, ligamentos e tendões da mão.....	22
Figura 5 - Movimento dos dedos.....	23
Figura 6 - Instrumentos antropométricos de medição direta	24
Figura 7 - Instrumentos manuais de mensuração antropométrica direta	25
Figura 8 - Medições diretas.....	26
Figura 9 - Paquímetro na medição da mão	26
Figura 10 - Ângulos antropométricos de um crânio.....	27
Figura 11 – Estereofotogrametria.....	28
Figura 12 - Dispositivo para Fotopodoscopia.....	28
Figura 13 - Pes sendo fotografados..	29
Figura 14 - Posicionamento do voluntário	29
Figura 15 - Fotografias digitais.....	30
Figura 16 - Dispositivo de varredura com laser	31
Figura 17 - Imagem fotográfica da mão.	31
Figura 18 - Ilustração das medições do comprimento e largura da mão.....	32
Figura 19 – Ilustração das medições de largura dos dedos	33
Figura 20 - Ilustração das medições de comprimento dos dedos	33
Figura 21 - Modelo de Paquímetro.....	34
Figura 22 - <i>Scanner ZS</i>	35
Figura 23 - Distribuição de freqüência para estatura de adultos	37
Figura 24 - Local da Realização das Experiências.....	41
Figura 25 - Anteparo	42
Figura 26 – Paquímetro.....	42
Figura 27 - Escalímetro	43
Figura 28 - Álcool gel	43
Figura 29 - <i>Targets</i>	44
Figura 30 - <i>Scanner ZS</i>	44
Figura 31 - Calibre para o escanner.....	45
Figura 32 - Fluxograma da Etapa Piloto.....	46

Figura 33 - Mão do voluntário no anteparo apropriado	48
Figura 34 - Principais partes da mão a serem medidas	49
Figura 35 - Mão do voluntário com targets	51
Figura 36 - Abertura do programa do Scanner ZS 700 CX	51
Figura 37 - Início do processo de digitalização	52
Figura 38 - Módulo Facetas.....	53
Figura 39 - Mão do voluntário no início da digitalização.....	53
Figura 40 - Módulo Features de posicionamento	54
Figura 41 - Captura da imagem da mão com o scanner ZS.....	54
Figura 42 - Módulo entidades.....	55
Figura 43 - - Módulo superfície.....	56
Figura 44 - Trabalhando com as irregularidades no módulo facetas.....	57
Figura 45 - Módulo textura	57
Figura 46 - Módulo para ajuste de superfície.	58
Figura 47 - Finalização do processo..	58
Figura 48 - Acesso ao programa Studio 3DMAX.....	59
Figura 49- Definição do plano de fundo	60
Figura 50 - Importação do arquivo convertido	60
Figura 51 - Seleção da pasta onde estão os arquivos convertidos.	61
Figura 52 - Escolha do arquivo.....	61
Figura 53 - Abertura do arquivo no software Studio 3DMAX.....	62
Figura 54 - Imagem selecionada e iniciando o processo de abertura	62
Figura 55- Posicionamento da imagem digitalizada	63
Figura 56 - Tratamento da imagem	63
Figura 57 - Centralização da imagem	64
Figura 58 - Dimensionamento 3D da imagem.....	64
Figura 59 - Corte das partes não mensuráveis	65
Figura 60 - Dimensionamento da nova parte.	65
Figura 61 - Preparação da imagem para futuros tratamentos com cortes	66
Figura 62 - Reposicionando a imagem.....	66
Figura 63 – Edição de nova malha.....	67
Figura 64 – Tratamento da imagem para futuras medições.....	67
Figura 65 - Studio 3DMAX	68
Figura 66 – Teste ANOVA para amostras pareadas	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas antropométricas da mão direita	70
Tabela 2 - Medidas antropométricas da mão esquerda	71
Tabela 3 - Cálculos estatísticos das medidas pelo método direto.....	72
Tabela 4 - Cálculos estatísticos das medidas pelo método indireto	72
Tabela 5 - Diferença das médias entre as mãos esquerda e direita	72
Tabela 6 - Medidas antropométricas realizadas pelo método indireto da mão direita...	73
Tabela 7 - Medidas antropométricas realizadas pelo método indireto da mão esquerda	74
Tabela 8 –Teste t para comparação das medições direta e indireta da mão direita.....	76
Tabela 9 –Teste t para comparação das medições direta e indireta da mão esquerda.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
UFPR	Universidade Federal do Paraná
EPI	Equipamento de proteção individual
LABERG	Laboratório de ergonomia da UFPR

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 APRESENTAÇÃO	13
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
1.4.1 Objetivo geral	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	15
1.5 HIPÓTESES DE PESQUISA.....	15
1.6 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 ANTROPOMETRIA	17
2.2 A EVOLUÇÃO DA ERGONOMIA.....	19
2.3 DESCRIÇÃO DO SEGMENTO CORPORAL	20
2.3.1 Anatomia da Mão	20
2.3.2 Movimentos da Mão	21
2.4 MÉTODOS DE COLETAS DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	23
2.4.1 Medições Diretas	25
2.4.2 Medições Indiretas	27
2.5 PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS DA MÃO HUMANA.....	32
2.6 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO APLICADOS PARA A COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	34
2.6.1 Paquímetro	34
2.6.2 Scanner a Laser	35
2.7 ESTATÍSTICA	35
2.7.1 ANOVA.....	40
2.8 CONCLUSÃO DA REVISÃO DA LITERATURA.....	40
3 MÉTODO DE PESQUISA E PLANO DE TRABALHO	41
3.1 PLANEJAMENTO DO TRABALHO	41
3.1.1 Materiais e Instrumentos	42
3.1.2 Etapa Piloto	45
3.1.3 Seleção das Amostras.....	46
3.1.4 Justificativa da Escolha das Medidas Coletadas	47

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS EXPERIMENTAIS – MÉTODO DIRETO.....	47
3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS EXPERIMENTAIS - MÉTODO INDIRETO.....	50
3.3.1 Procedimento de Escaneamento.....	50
3.3.2 Conversão de Imagens.....	50
3.3.3 Tratamento das Imagens.....	50
3.4 COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS INDIRETOS.....	50
3.4.1 Método para tomada de medidas indiretas - 1ª parte.....	50
3.4.2 Tomada de medidas indiretas - 2ª Parte	59
3.4.3 Tomada de medidas indiretas - 3ª Parte	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
5 CONCLUSÃO	76
6 DIFICULDADES E RESTRIÇÕES	78
7 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	79
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICES.....	83
ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

Define-se antropometria como uma técnica utilizada para medir dimensões corporais, como alcance, comprimento e circunferência dos segmentos corpóreos, largura altura entre outros (BARROSO et al, 2005). As determinações destas medidas são de fundamental importância para projetos de produtos, adequados para trabalhos industriais como ferramentas e equipamentos ou lazer como equipamentos para esporte. As vantagens das aplicações em processos de fabricação são reconhecidas na indústria mundial (DEMPSEY et al, 2005).

1.1 APRESENTAÇÃO

Há décadas, as medidas antropométricas são analisadas pelo ser humano, após a segunda guerra mundial houve um crescente aumento dos estudos de antropometria, devido a projetos de equipamentos, ferramentas e até mesmo postos de trabalho (BOLSTAD, BENUM, ROKNE, 2001). Nesta época, estes estudos visavam atender alguns seguimentos da indústria, como ferramentas e vestuário (IIDA, 2005).

Alguns estudos realizados com medições antropométricas de vários países, como Japão, França, Itália, Inglaterra, Estados Unidos, Brasil entre outros, encontram-se registrados no livro denominado *Aduldata – The Handbook of Adult Anthropometric and Strength Measurements* publicado em 2000 pelo *Institute for Occupational Ergonomics* da Inglaterra. Este livro contém importantes tabelas antropométricas baseadas em 34 autores (PEEBLES; NORRIS, 2000).

Segundo Iida (2005), não existem medidas abrangentes e confiáveis da população brasileira, porém referencia que já foram realizados estudos em algumas regiões e ocupações profissionais. Outro trabalho realizado com levantamentos antropométricos no Brasil foi feito por Couto (1995), realizado no ABC Paulista, onde foram realizadas medidas em 400 trabalhadores da indústria mais 100 de escritórios.

Como não existem muitos levantamentos antropométricos no Brasil, a utilização de tabelas montadas em outros países nem sempre são confiáveis, visto que a variabilidade étnica e a miscigenação brasileira são grandes.

A projeção de ferramentas manuais ou equipamentos devem ser considerados, no mínimo, a forma e o tamanho das mãos humanas, bem como dedos, palma e do punho (ROEBUCK, 1993).

Todo o projeto deve ser levado em conta o usuário, a tarefa e o objeto (PHEASANT, 1996), logo estes dados devem estar baseados nas medidas da mão humana.

Existem no Brasil atualmente, alguns estudos de coleta de dados antropométricos, porém na sua maioria, utiliza-se de métodos tradicionais, medição direta. Procurando os métodos de aplicações com novas tecnologias, busca-se neste trabalho desenvolver um método de medição indireta, com a utilização de um scanner a laser, bem como justificar as pesquisas de captura de imagens com fins de gerar dados antropométricos nacionais.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Existem vários métodos de medição corpórea, entretanto há sistematização de procedimentos para coleta de imagens.

Medidas geradas por métodos diretos não são tão confiáveis em termos de medidas antropométricas, pois as partes corpóreas não são rígidas suficientes, quando estas estão submetidas à ação dos instrumentos de medição, uma vez que estes geram pressão sobre as mesmas fazendo com que haja uma compressão excessiva. Este motivo gera a necessidade de desenvolver uma técnica de medição antropométrica indireta, que neste caso seria a utilização de captura de imagens com scanner a laser. No qual se podem tratar as imagens, gerar malha tridimensional, cálculo de volume, centro de massa, seccionar e eliminar partes indesejadas do objeto além da possibilidade de se trabalhar com este arquivo em outros programas.

1.3 JUSTIFICATIVA

O método desenvolvido neste trabalho pode gerar informações úteis para a indústria de EPI, bem como para o vestuário e no desenvolvimento de ferramentas manuais, neste caso a escolha da mão foi de suma importância, tendo como público alvo adultos em uma faixa etária de 18 a 48 anos de idade.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de desenvolver e avaliar procedimentos de captura de imagens com fins antropométricos utilizando-se para tal fim um scanner a laser. Este método serve para um dimensionamento de um objeto real através de captura de imagens em sistemas digitais.

1.4.1 Objetivo geral

Desenvolver método de captura de imagens como medição indireta para um levantamento de dados antropométricos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um método indireto comparando-o com um método direto, como o paquímetro.
- Aplicar este método para o segmento corporal mão.
- Analisar e comparar as medidas geradas através dos métodos diretos e indiretos.

1.5 HIPÓTESES DE PESQUISA

- Os dados obtidos através do método indireto podem apresentar maior grau de precisão do que o método direto (paquímetro).
- O emprego de procedimentos sistematizados para o método indireto 3D permite a coleta de dados antropométricos de uma dada população com maior número de variáveis dimensionais do que o método direto.

1.6 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em seis capítulos ordenados conforme a seqüência lógica do desenvolvimento do trabalho. No capítulo 1, apresenta a introdução constando as reflexões que levaram ao desenvolvimento deste trabalho, suas justificativas, o problema de pesquisa, os objetivos e a descrição da estrutura da dissertação. No capítulo 2, apresenta-se o estado da arte nesta temática, a revisão bibliográfica, ordenadas em conceitos importantes para a ampliação do entendimento do problema e para a construção da metodologia proposta, para assim avaliar e compreender os resultados obtidos. No capítulo 3, consta uma detalhada descrição da metodologia, citando passo a passo as etapas realizadas para a discussão dos objetivos deste trabalho, nesta parte do trabalho seguiu-se uma ordem cronológica das experiências realizadas, pois estas informações aqui descritas possibilitam a reprodução deste trabalho de maneira fácil e objetiva. No capítulo 4, constam os resultados obtidos nos teste de comparação realizados, detalhando a metodologia usada para a obtenção dos mesmos, buscando evidenciar as respostas para as hipóteses. Utilizando-se o método Anova coma tabulação das quatro variáveis antropométricas e a interpretação destes dados estatísticos. O capítulo 5, foram confeccionados com o intuito de debater e comparar com a pouca literatura encontrada, os dados evidenciados neste trabalho. Já o capítulo 6, conclui o trabalho apresentando as respostas para as hipóteses.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Há muito tempo o homem procura estudar o corpo humano em seus mais distintos aspectos morfológicos, sejam por razões estéticas ou puramente materiais. O ser humano sempre se preocupou pela forma, composição e proporção de seu corpo, mesmo porque desde cedo, o homem viu que a capacidade de realizar qualquer trabalho ou esforço físico estava intimamente relacionada com a quantidade e proporção que existia entre as diferentes partes de seu corpo. (KLEIN, 2009)

2.1 ANTROPOMETRIA

Na Grécia e Egito antigo, utilizavam partes do corpo humano como medidas padrão, como o dedo médio ou a altura da cabeça, provando que havia a necessidade de um desenvolvimento de um padrão metrológico (PETROSKI, 1999).

Protógoras, um filósofo grego que viveu a. C. dizia que “o homem é a medida de todas as coisas”. Logo muitos povos chegaram a utilizar partes corpóreas como padrões, sendo que muitas destas medidas são utilizadas até hoje, como: pé, braça e a polegada. (PEREIRA NETO, 1992)

Baseado no desenho do arquiteto romano Marcus Vitruvius (15 a.C.), Leonardo Da Vinci (1452-1519), desenhou as proporções da figura humana, onde o umbigo era o centro do corpo. Logo a idéia foi traçar um círculo com o centro no umbigo, em torno de um homem em decúbito supino com os braços e pernas estendidas, denominadas “o homem vitruviano (figura 1), também conhecido como Cânone das Proporções.

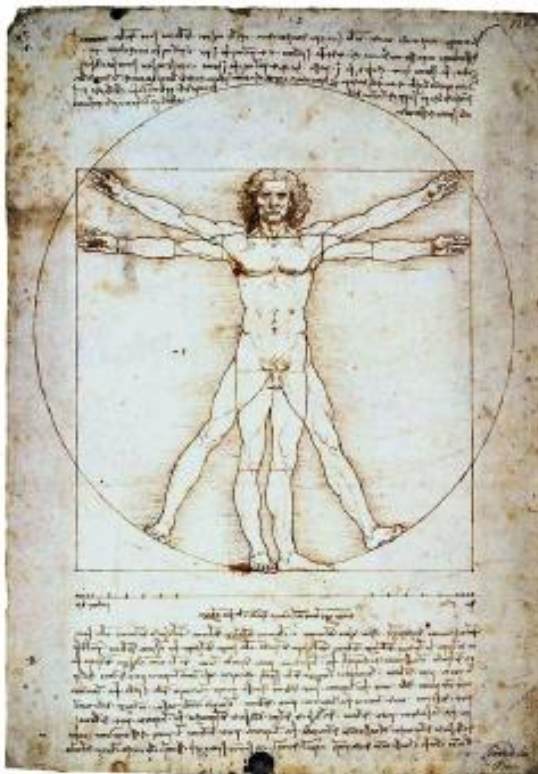


Figura 1 - Homem Vitruviano-Leonardo da Vinci – 1490

www.infoescola.com.br

Em 1906, foi realizado o primeiro Congresso Internacional de Antropologistas, onde foram padronizadas 38 dimensões de cadáveres. Já em 1912 no segundo Congresso Internacional de Antropologistas, foi padronizada medidas do corpo humano vivo (BOLSTAD; BENUM; ROKNE, 2001).

A antropometria pode ser definida como uma técnica utilizada para determinar dimensões corporais como o alcance, comprimento e segmentos corpóreos, entre outros (BARROSO et al, 2005).

Estes dados obtidos através da antropometria são muito importantes para a confecção de produtos como ferramentas manuais, bem como, idealizar projetos de locais de trabalho mais seguro e conseqüentemente mais eficiente. Por estes benefícios, a aplicação destes dados são amplamente utilizados e reconhecidos (DEWANGAN; OWARY; DATTA, 2008; DEMPSEY et al, 2005).

Norton e Olds (2005) afirmam que, assim como qualquer outra ciência, depende da fidelidade às regras de medição determinadas pelos padrões nacionais e internacionais. Em todos estes casos, os autores relatam ser determinante o conhecimento das ferramentas e a determinação do objetivo da coleta.

Medidas antropométricas são estudadas por diversas razões há muito tempo. Porém, só após a segunda guerra mundial e que as medidas antropométricas foram mais utilizadas para projetos de equipamentos e postos de trabalho (BOLSTAD; BENUM; ROKNE, 2001)

Roebuck (1993) diz em sua obra *Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body*, que a antropometria é a ciência de mensuração e a arte do conhecimento da geometria humana, da massa e da capacidade de força. Relata ainda que a palavra antropometria deriva do grego *anthropos*=homem e *metrikos*=medida. Nesta obra ele destaca a utilização da antropometria em várias áreas de conhecimento como, por exemplo, a criminologia, prática médica, seleção de pessoal, e destaca a aplicação no design.

Para Roebuck (1975), existe uma necessidade de estabelecer relações espaciais, considerando uma relação entre a ergonomia e a antropometria com a finalidade de favorecer o ser humano a atingir suas capacidades.

É possível citar, por exemplo, o estudo da adaptação de crianças em carteiras escolares com o objetivo da educação infantil (PASCHOARELLI; SILVA, 2010).

2.2 A EVOLUÇÃO DA ERGONOMIA

A ergonomia deve ter começado a existir na era do homem pré-histórico, ao escolher uma pedra, a qual se adaptou melhor a sua mão, provavelmente para usá-la como arma ou ferramenta de corte (IIDA, 2005).

A ergonomia evoluiu dos esforços do homem em adaptar ferramentas, armas e utensílios às suas necessidades e características (COUTO, 1995).

Ergonomia pode ser definida como “um conjunto de conhecimentos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto” (WISNER, 1987, p.12).

Iida (2005) define ergonomia como a adaptação do trabalho ao homem, no aspecto mais amplo de trabalho, que contempla toda a situação onde ocorra atividade produtiva pelo homem, considerando os aspectos físicos, cognitivos e organizacionais. Já para a *Ergonomics Society* da Inglaterra: “Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento, ambiente, e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia, e psicologia na solução de problemas que surgem desse relacionamento”.

Também em Lida (2005), o autor cita a definição da ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia que possui a seguinte definição:

“Ergonomia é o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, o bem estar e a eficácia das atividades humanas.”

2.3 DESCRIÇÃO DO SEGMENTO CORPORAL APLICADO NO ESTUDO ANTROPOMÉTRICO 3D

A mão é identificada como um importante componente da anatomia humana, sendo sua função e estrutura únicas e incapazes de serem reproduzidas com a mesma perfeição. As atividades comuns da vida diária, como vestir, lavar e comer, dependem da habilidade manual (LECH, 1990).

2.3.1 Anatomia da Mão

A mão humana é composta por 27 ossos que se articulam entre si com 40 articulações distribuídas desde os ossos do carpo até as falanges distais, como podemos ver na figura 2. Suas extremidades são; a linha do punho, região que delimita o início da mão, até a extremidade do 3º dedo ou tuberosidade distal da falange do 3º dedo. Na seção transversal da mão, as extremidades da palma são medialmente a cabeça do 2º metacarpo e lateralmente a cabeça do 5º metacarpo.

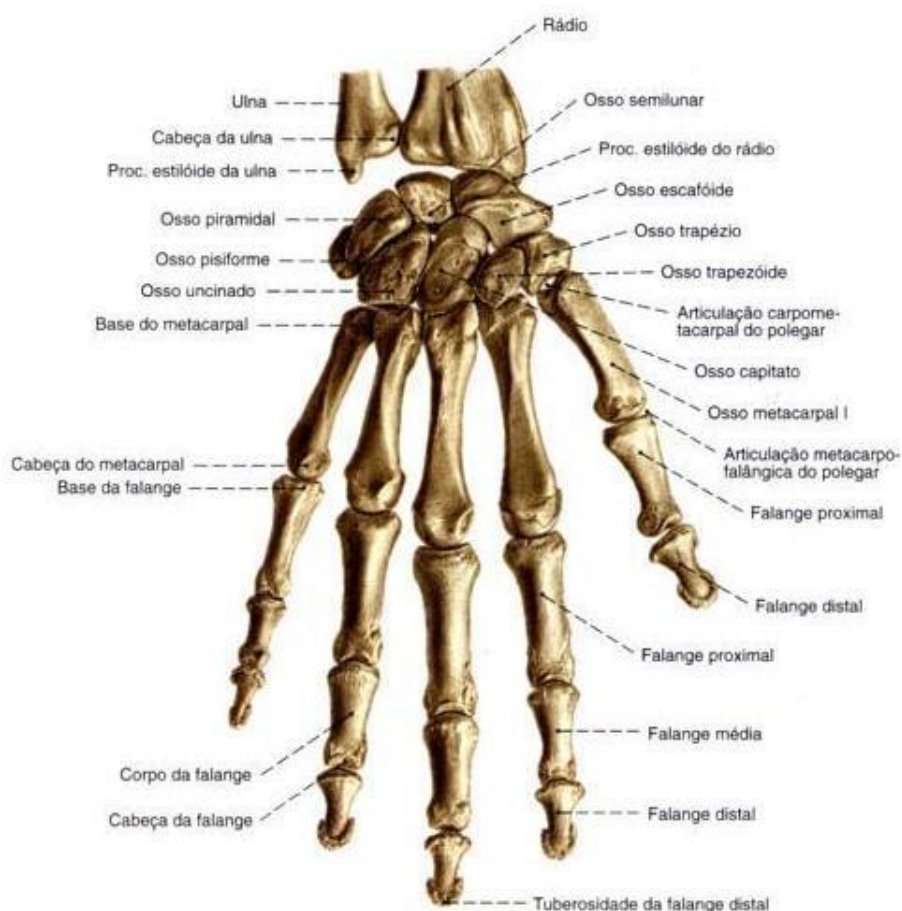


Figura 2 – Anatomia Esquelética da mão (Putz & Pabst, 1993)

2.3.2 Movimentos da Mão

Com exceção do 1º dedo que possui apenas duas falanges, cada um dos outros dedos são constituídos de três falanges que se relacionam em articulações. Estas articulações são referências pelas pregas formadas pela movimentação dos dedos, sendo também este local o de maior largura dos dedos graças à presença da articulação. Na figura 3 podemos observar os movimentos das mãos, sendo estes de hiperextensão, flexão, desvio radial e desvio ulnar.

Movimentos da Mão

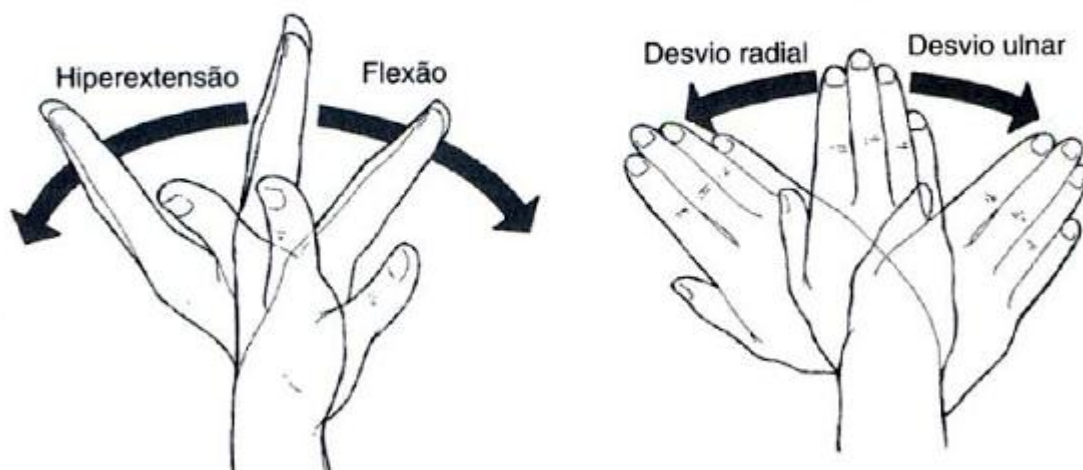


Figura 3 – Movimentos da mão (HALL, 2000).

Estas articulações são referências pelas pregas formadas pela movimentação dos dedos, sendo também este local o de maior largura dos dedos graças à presença da articulação (figura 4).

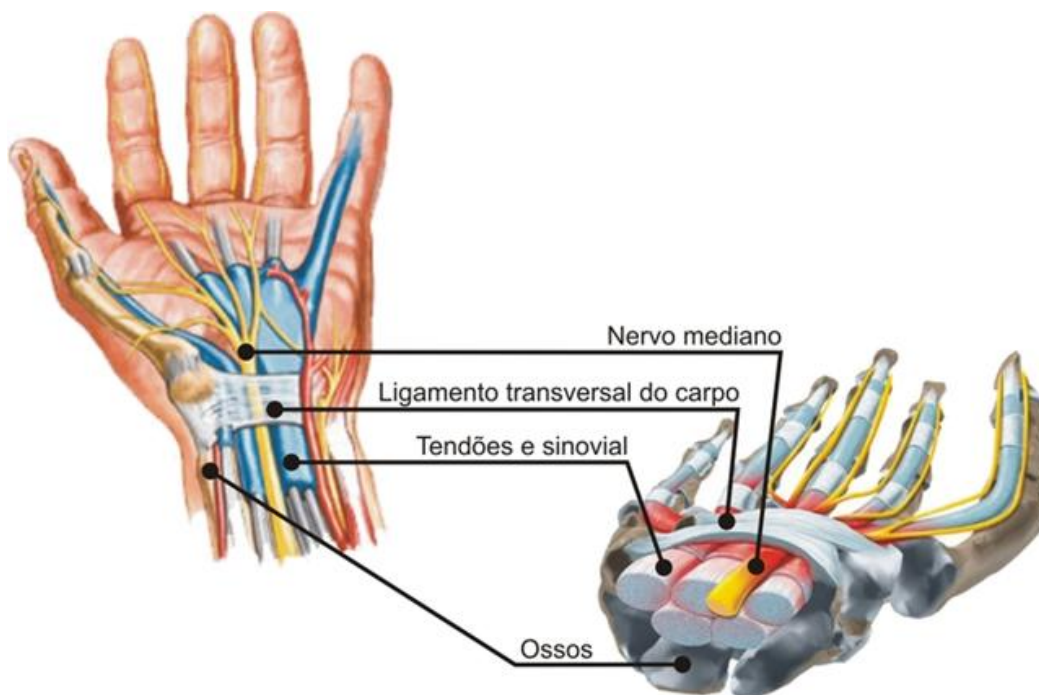


Figura 4 - Nervos, ligamentos e tendões da mão (LECH,1990)

Já em relação a palma da mão temos os seguintes movimentos, flexão, extensão, abdução e adução, como podemos ver na figura 5.

Movimentos do 2º ao 5º Dedos



Figura 5 - Movimento dos dedos (HALL, 2000).

2.4 MÉTODOS DE COLETAS DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Em relação às formas de coletas de dados existem os métodos diretos e indiretos de medição. Quanto aos métodos de medição direta Lida (2005) cita estes em sua obra que são aqueles instrumentos que entram em contato direto com o indivíduo da amostra, como réguas, trenas, paquímetros, esquadros, entre outros,

podendo estes, segundo o autor ser tomadas medidas lineares e angulares como podemos visualizar na figura 6.

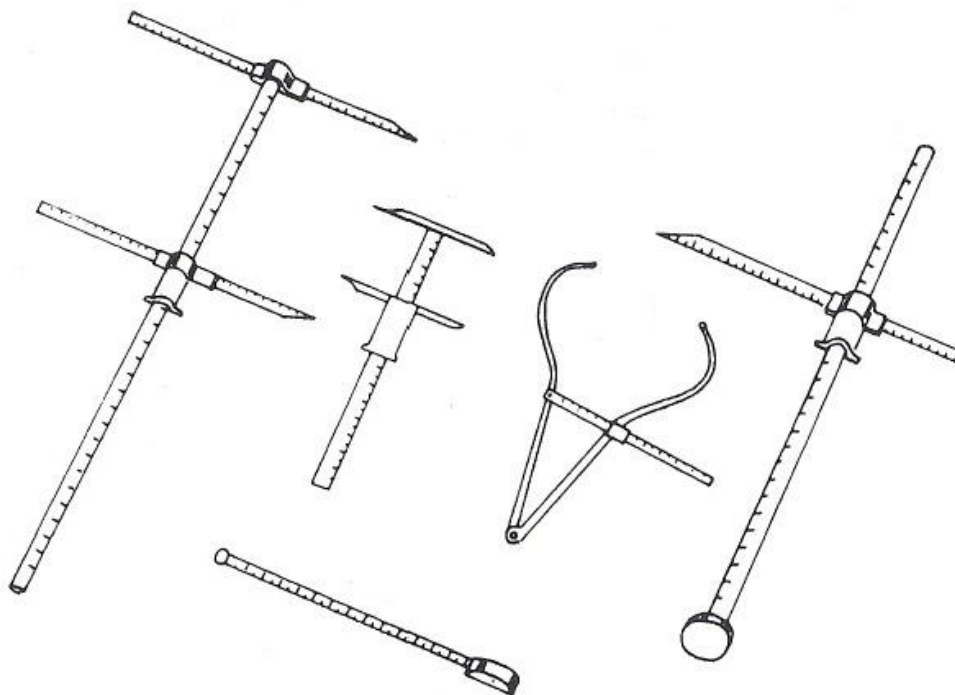


Figura 6 – Instrumentos antropométricos de medição direta (PHEASANT,1996).

O dimensionamento é um processo de tomada de medidas utilizando um instrumento de medição como paquímetro ou escala, neste caso temos um sistema denominado de medição direta, como podemos ver na figura 7, pois o instrumento de medição entra em contato direto com o corpo o qual desejamos medir.

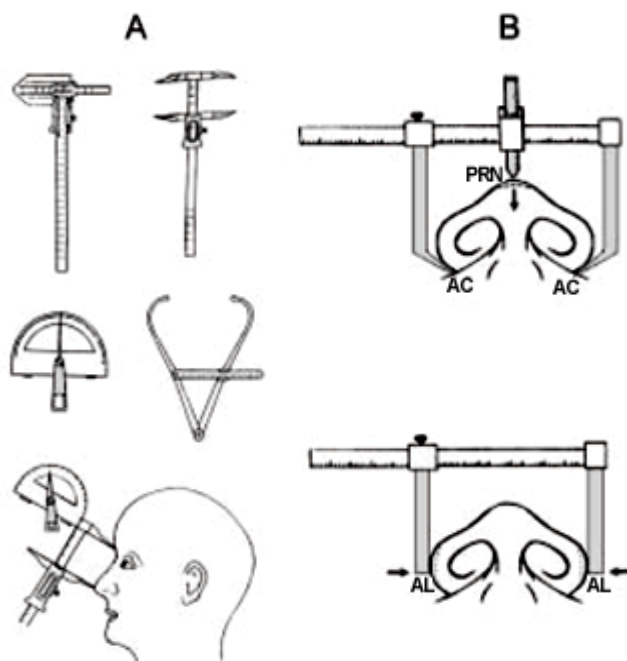


Figura 2 - Instrumentos manuais de mensuração antropométrica direta.

A - Paquímetros, transferidor e compasso graduado.

B - Mensuração da projeção do ápice nasal e mensuração da distância bi-alar (observar possíveis compressões nos locais das setas).

Figura 7 – Instrumentos manuais de mensuração antropométrica direta (Acta Cir. Bras. 2002).

Também pode-se determinar medidas sem instrumentos lineares como, por exemplo, scanner ou por fotos digitais, já neste caso temos um sistema de medição indireta, como será apresentado no item 2.4.2 figura 15, pois o equipamento não entra em contato com o corpo que desejamos medir, apenas a imagem capturada é analisada, e com base em um gabarito, torna-se possível determinar suas dimensões.

2.4.1 Medições Diretas

São utilizadas quando realizamos medições entre dois pontos, ou seja, medidas lineares, muito utilizados para medições antropométricas, como comprimentos de ossos ou de pernas e braços, como podemos ver na figura 8.

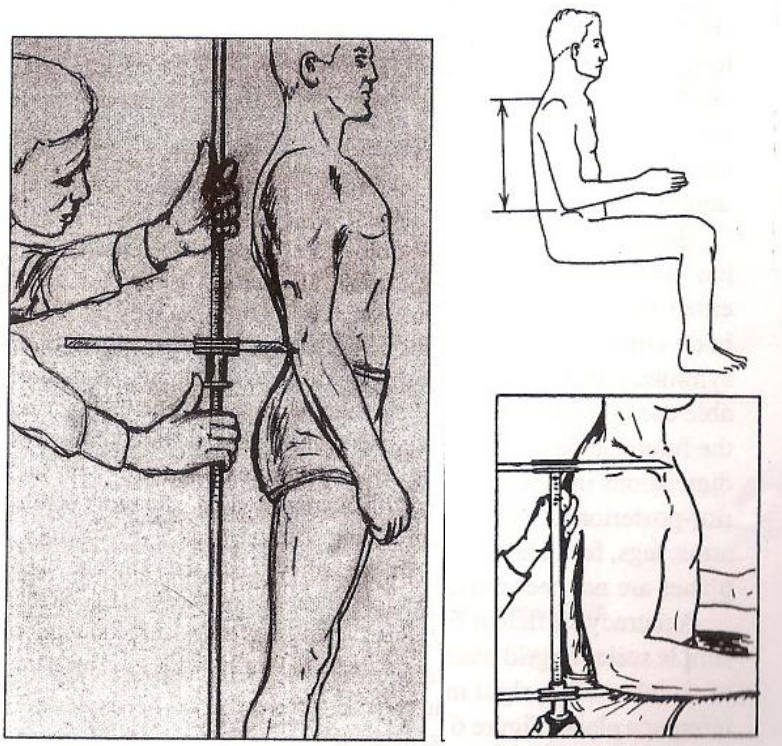


Figura 8 – Medições diretas (PHEASANT,1996).

No caso de medição direta a probabilidade de se obter erros é grande, pois, a parte que contém carne não é rígida o suficiente para que possamos realizar as medições, pois estas recuam juntamente com as partes móveis do paquímetro, como por exemplo, na figura 9.

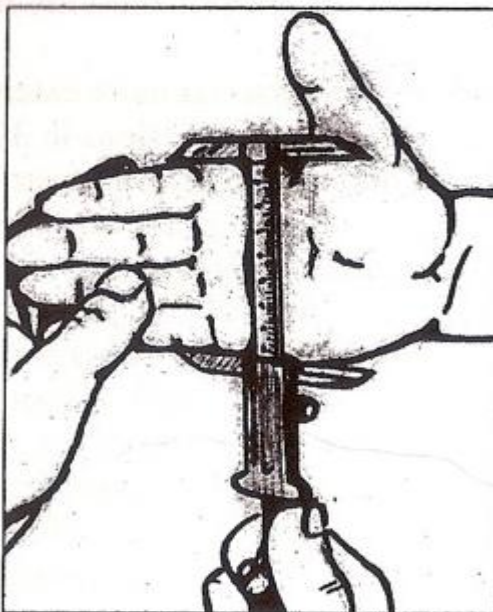


Figura 9 – Paquímetro na medição da mão (PHEASANT,1996).

Também podemos medir ângulos antropométricos como, por exemplo, em um crânio, como mostrado na figura 10.

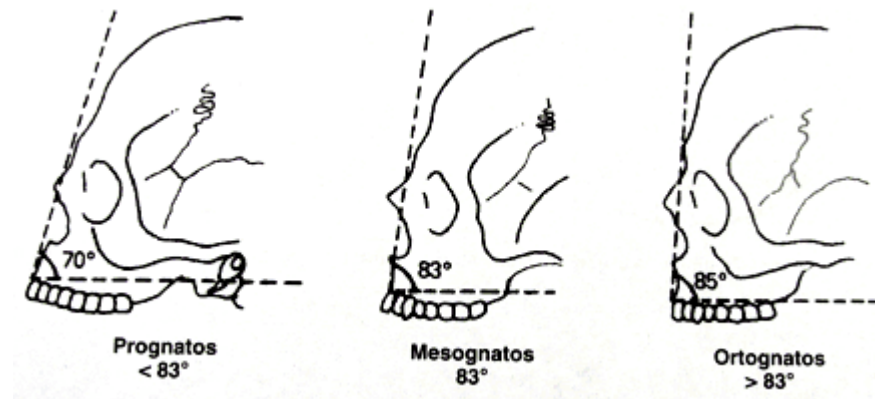


Figura 10 – Ângulos antropométricos de um crânio.

www.malthus.com.br

2.4.2 Medições Indiretas

Em caso de medições indiretas, que são mais precisas que as indiretas por não deformarem as partes que desejamos medir do corpo humano, existem vários métodos, nos quais são denominados de captura de imagens, como por exemplo:

- Estereofotogrametria;
- Fotopodoscopia;
- Sistemas por grades;
- Fotografias digitais;
- Scanner a laser.

a) Estereofotogrametria

É um método de captura de imagens no qual o equipamento ou equipamentos possuem liberdade de movimento, o suficiente para que o corpo que está sendo reproduzida a imagem consiga realizar uma varredura total da superfície como podemos observar na figura 11.

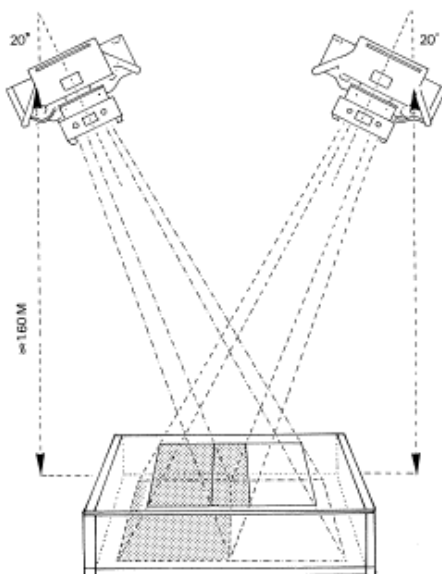


Figura 11 – Estereofotogrametria (Rev. bras. Fisioter., 2006).

b) Fotopodoscopia

É um método de captura de imagens, na qual se pode capturar imagens da sola dos pés, ou seja, impressões plantares, através de um dispositivo mostrado nas figuras 12 e 13, onde os pés são colocados, e logo após estes são fotografados através de câmeras digitais com a finalidade de avaliar a base do mecanismo de equilíbrio do ser humano, figura 14.



Figura 12 – Dispositivo para Fotopodoscopia (Rev. bras. Fisioter., 2006)



Figura 13 – Pes sendo fotografados. (Rev. bras. Fisioter., 2006)

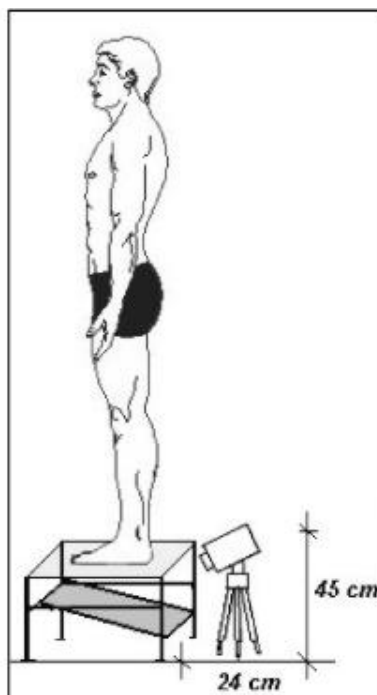


Figura 14 – Posicionamento do voluntário (Rev. bras. Fisioter., 2006).

c) Fotografias digitais

São utilizadas em captura de imagens por serem mais fáceis do que os outros sistemas digitais, uma vez que o equipamento é relativamente de baixo custo e de fácil operação, como mostrado na figura 15.



Figura 15 - Fotografias digitais

Como podemos verificar na figura 15 (KLEIN, 2009), existe um contorno nos dedos e punho, o qual delimita uma área da palma da mão realizada em um software de desenho assistido por computador, neste caso um auto CAD, com a finalidade de se utilizar esta área para um futuro dimensionamento de luvas cirúrgicas ou próteses.

Porém, este tipo de imagem digital nos fornece apenas dados em 2D, que no caso, não serão suficientes para a realização de um dimensionamento completo.

d) Scanners a laser

São equipamentos de captura de imagens, porem diferentes de câmeras digitais, pois estes possuem um dispositivo de varredura com laser, na qual captura a imagem ponto a ponto figura 16.



**Figura 16 – Dispositivo de varredura com laser
(Z Corporation Introduces ZScanner 800 Handheld 3D Scanner)**

Já Roebuck (1993), nos mostra a existência de uma grande variedade de instrumentos de medições antropométricas, métodos de medição indireta, ou seja, quando não há contato direto entre o equipamento e o indivíduo da amostra, por exemplo, fotografia, fig.17, raios-X, raios laser, ultrasom e outros meios eletrônicos.



Figura 17 - Imagem fotográfica da mão (KLEIN, 2009)

A coleta destes dados ainda deve ser transferida a um formulário que identifique cada dado dos indivíduos voluntários, para que no futuro estes dados possam ser avaliados estatisticamente.

2.5 PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS DA MÃO HUMANA

Pheasant (1996), Rosa e Rodrigues-Añes (2002), sugerem que para as medições da mão sejam utilizadas as seguintes referências:

1 - Largura da palma da mão – conforme figura 18.

Mensurada das extremidades da palma da mão no sentido transverso ao eixo da mão, tendo como referência as extremidades das cabeças do 2º e 5º osso metacarpo, considerando suas faces externas;

2 - Comprimento total da mão – conforme figura 17.

Comprimento total do eixo da mão, medido desde a prega do punho até a extremidade distal do 3º dedo.

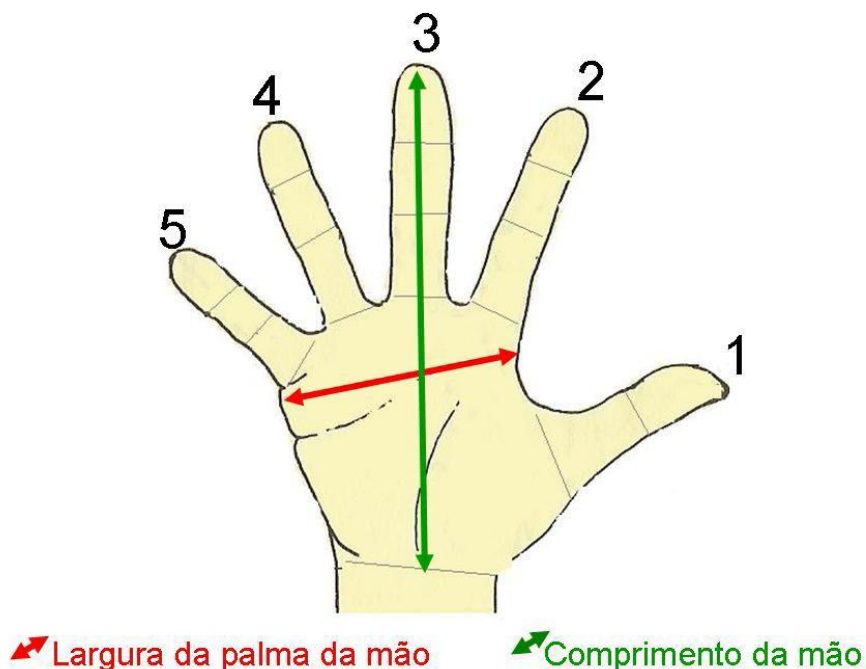


Figura 18 – Ilustração das medições do comprimento e largura da mão (adaptado de Peebles e Noris, (2000))

3 - Largura dos dedos - conforme figura 19

Largura mensurada na linha das articulações interfalangeanas.

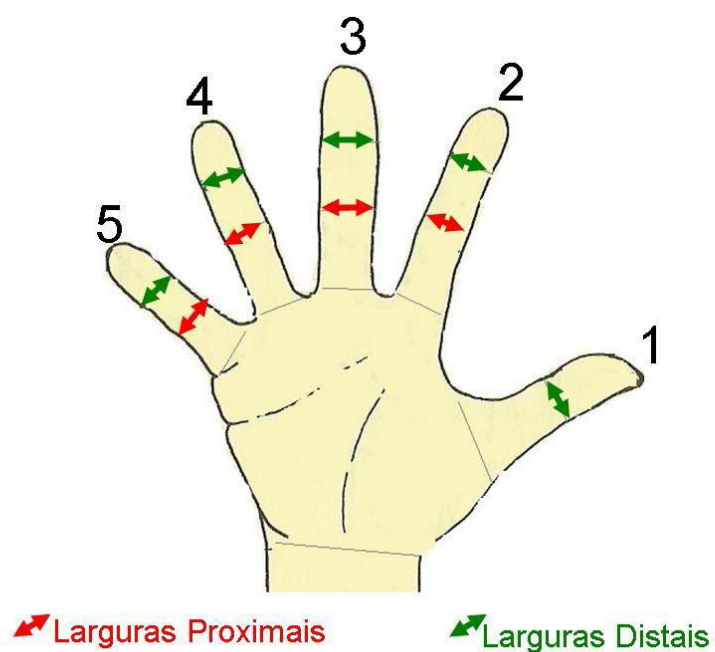


Figura 19– Ilustração das medições de largura dos dedos (adaptado de Peebles e Noris, 2000)

4 – Comprimento dos dedos - conforme figura 20.
Comprimento de cada falange e total do dedo.

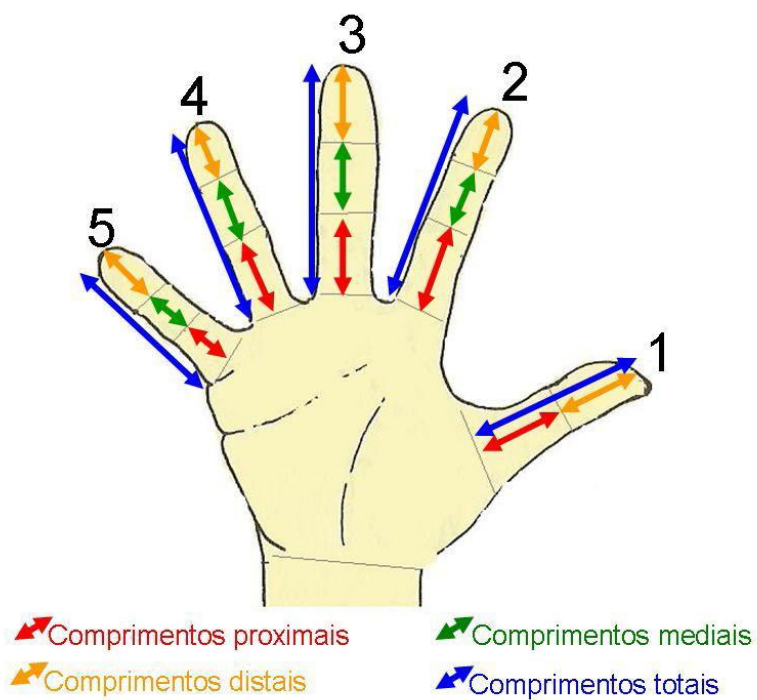


Figura 20 – Ilustração das medições de comprimento dos dedos (adaptado de Peebles e Noris, 2000)

Logo, nesta linha de trabalho, Peebles e Noris (2000) indicam que as coletas de antropometria devem ser realizadas de maneira segmentar, ou seja cada variável deve ter sua técnica de coleta.

2.6 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO APLICADOS PARA A COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Neste trabalho foram utilizados dois métodos de medição antropométricos, um direto, utilizando para isto um paquímetro com resolução de 0,05mm e capacidade de 300mm, e um scanner a laser.

2.6.1 Paquímetro

O paquímetro, mostrado na figura 21, é um instrumento utilizado para medir a distância entre dois lados simetricamente opostos em um objeto. Um paquímetro pode ser tão simples como um compasso. A leitura da medição é realizada em régua. Vernier, ou nônio é a escala de medição contida no cursor móvel do paquímetro, que permite uma precisão decimal de leitura através do alinhamento desta escala com uma medida da régua (GONZALEZ; VASQUEZ; RAMON, 1995).

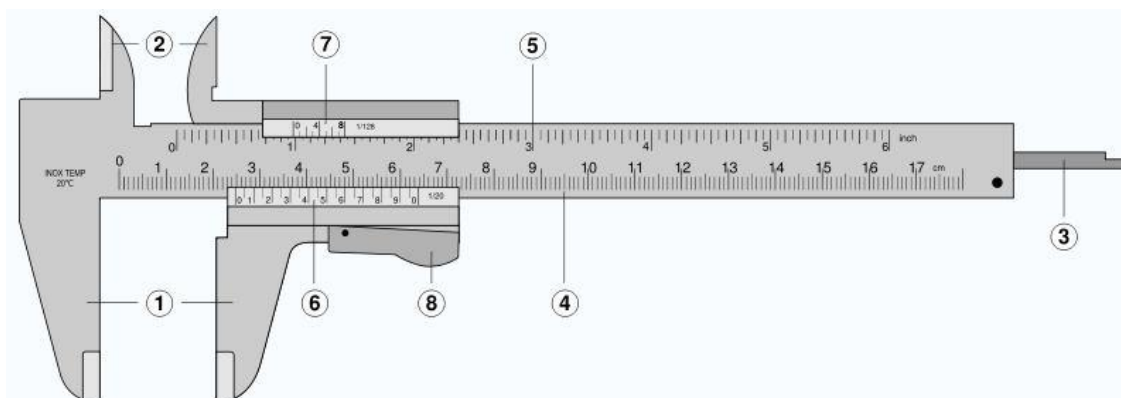


Figura 21 - Modelo de Paquímetro – (www.mitutoyo.com)

Sendo: 1 - encostos; 2 - orelhas; 3 - haste de profundidade; 4 - escala inferior (centímetros); 5 - escala superior (polegadas); 6 - nônio ou vernier inferior (cm); 7 -

nônio ou vernier superior (pol); 8 - Trava. (GONZALEZ VASQUEZ e RAMON, 1995)

2.6.2 Scanner a laser

O *scanner a laser* é um instrumento capaz de capturar imagens com a percepção de um feixe de laser que transfere os dados a um CPU com a finalidade de processar as imagens, transformando estes dados em dimensões. Na figura 22. Temos um exemplo de escâner manual tridimensional a laser.



Figura 22 - Scanner ZS.

Z Corporation Introduces ZScanner 800 Handheld 3D Scanner

2.7 ESTATÍSTICA

Para lida (2005, p. 47) a técnica de amostragem “consiste em selecionar um número limitado de sujeitos que participarão do experimento, reproduzindo, da melhor forma possível, as características básicas

Segundo Triola (2008, p. 23) utiliza-se a amostragem estratificada que:

É subdividida a população em pelo menos dois subgrupos diferentes (ou estratos), de modo que os sujeitos dentro do mesmo subgrupo tenham as mesmas características (como sexo ou faixa etária) e a seguir extraía uma amostra de cada subgrupo.

Para o cálculo da média de acordo com Triola (2005, p. 271) amostra para a estimar a média de todos os valores de uma população.

A amostra é encontrada por meio da equação abaixo:

$$n = \left(\frac{z_{\alpha/2} \times s}{E} \right)^2 \quad (1)$$

Optou-se por esta equação, pois a mesma “[...] implica que o tamanho da amostra não depende do tamanho (N) da população; o tamanho da amostra depende do grau de confiança desejado, da margem de erro pretendida e do valor do desvio-padrão” (TRIOLA, 2005, p. 149).

A pesquisa foi feita entre estudantes universitárias de Curitiba e região Metropolitana, com idade entre 18 e 48 anos.

Portanto, considerou-se o grau de confiança em 95% ($z_{\alpha/2} = 1,960$), a margem de erro igual a 1% do valor médio do comprimento do pé de adultos brasileiros (INT, 1988, p. 100), ou seja, $E = 0,259$, e desvio padrão – s – (obtido da mesma referência) igual à 1,2 cm. Assim, $n = 82,46$, ou na prática 83 indivíduos, divididos igualmente em 24 abaixo do peso, 24 normal e 24 sobrepeso.

A pesquisa foi feita entre estudantes universitárias de Curitiba e região Metropolitana, com idade entre 18 e 48 anos.

Em uma amostra estratificada distribuída em:

10 abaixo = 8 amostras

54 normais = 8 amostras

20 sobrepeso = 8 amostras

Desta forma, são utilizadas 24 amostras.

Resultados gerais da população pesquisada, segundo GUIMARÃES, 1988, deve ter:

- Número de pessoas.
- Média.
- Variância.
- Desvio padrão.
- Percentis (5%, 50%, 95%)

Segundo Pheasant (1996, p.16), em sua obra *Body Space*, nos demonstra como podemos organizar uma tabela antropométrica utilizando o conceito de percentis e a distribuição normal segundo a curva de Gauss para estatura como na figura 23.

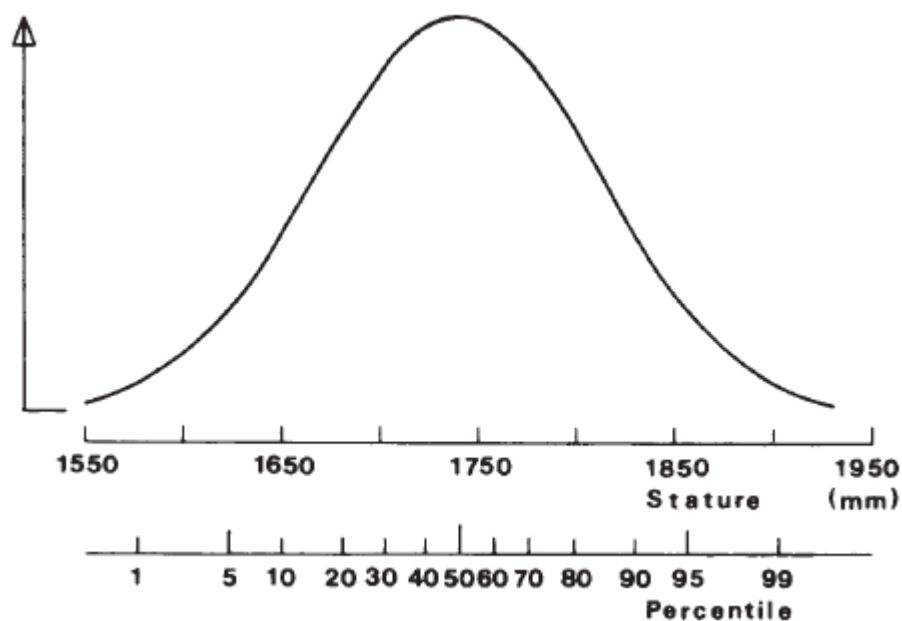


Figura 23 - Distribuição de frequência para estatura de adultos (PHEASANT,1996).

Os resultados estatísticos de cada variável obtidos através da coleta de dados pesquisada, utilizando o conceito de amostra proporcional estratificada como critério o índice de massa corporal de três grupos:

- Magreza;
- Saudável;
- Peso em excesso.

Teste T - pareado: No caso de amostras dependentes, desejamos comparar duas médias populacionais sendo que, para cada unidade amostral, realizamos duas medições da característica de interesse, como é o caso, por exemplo, quando efetuamos a medida da mão esquerda e direita de uma pessoa e deseja-se compará-las para verificar se há igualdade dos membros. Esta é uma típica situação em que o teste t - pareado deve ser utilizado. Neste caso é de se esperar que exista

alguma correlação entre as observações tomadas na mesma pessoa. De forma geral deseja-se testar a seguinte hipótese:

$H_0: \mu_d = 0$ A diferença entre as medidas é igual à zero.

$H_1: \mu_d \neq 0$ A diferença entre as medidas é diferente de zero.

As medidas tomadas em uma mão e outra são representadas pelas variáveis aleatórias X_i e Y_i respectivamente. Desta forma, o efeito produzido por passar de uma mão para a outra pode ser representado por $d_i = X_i - Y_i$. Como se tem para $i=1, \dots, n$.

$$d_i \approx N(\mu_d, \sigma_d^2)$$

O parâmetro μ_d é estimado pela média amostral \bar{D} e, como usualmente não se tem informação sobre σ_d^2 , estima-se seu valor por S_d^2 dado por,

$$S_d^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2 \quad (2)$$

O teste de hipóteses é realizado utilizando-se a quantidade,

$$T = \frac{\bar{D} - \mu_d}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}, \quad (3)$$

que, sob H_0 , segue uma distribuição *t-student* com $n-1$ graus de liberdade.

Teste T – Para o caso onde as amostras não são pareadas e, além disso, as variâncias são desconhecidas mas iguais. É o caso onde por exemplo, comparamos as medidas da mão de um homem com as medidas da mão de uma mulher, para saber se em média elas diferem ou não. As hipóteses a serem testadas são:

$$\begin{aligned} H_0 : \mu_x &= \mu_y \\ H_1 : \mu_x &\neq \mu_y \end{aligned} \quad (4)$$

Novamente, considerando o estimador D definido pela diferença $X - Y$. Nas situações onde exista a independência entre as amostras:

$$E(\bar{D}) = \mu_x - \mu_y; \quad (5)$$

$$Var(\bar{D}) = \sigma^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right). \quad (6)$$

Além disso, considerando a normalidade dos dados, segue que:

$$\bar{D} \approx N(\mu_x - \mu_y, \sigma^2 (1/n_1 + 1/n_2)) \quad (7)$$

E conseqüentemente,

$$\frac{\bar{D} - (\mu_x - \mu_y)}{\sigma \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \approx N(0,1) \quad (8)$$

Como a variância populacional σ é desconhecida, precisará ser estimada, o estimador para ela é o seguinte:

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_x^2 + (n_2 - 1)S_y^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{j=1}^{n_2} (y_j - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (9)$$

Como pode ser visto nas equações acima, a suposição de normalidade é evidente e de suma importância para a aplicação dos testes propostos, porém, o que se verifica na amostra é que nem todas as variáveis em análise seguem uma distribuição normal. Sendo assim, optou-se por realizar a análise seguindo alguns testes não paramétricos e complementando com os testes paramétricos mesmo sabendo que o pressuposto de normalidade não é aceito. Os testes paramétricos servem para termos mais evidências sobre a hipótese em teste.

Testes estatísticos são decisões acerca de populações, baseadas nas informações ou evidências das amostras que são denominadas decisões

estatísticas. Para tal fim existem vários métodos estatísticos como, por exemplo, o teste T- pareado e a ANOVA.

2.7.1 ANOVA

É um método estatístico que envolve a análise de experiências com vários grupos de observações classificados através de um só fator, por exemplo, grupos de indivíduos sujeitos a diferentes tratamentos para uma mesma doença.

2.8 CONCLUSÃO DA REVISÃO DE LITERATURA

Após embasar e conhecer o estado da arte da antropometria, sua história, sua importância na ergonomia, a mão humana, as técnicas de medição, a construção de medição da mão humana, verificaremos métodos seguro e eficaz de determinar medidas antropométricas para a ergonomia com equipamentos de medição direta e indireta.

3 MÉTODO DE PESQUISA E PLANO DE TRABALHO

Neste capítulo estão descritos passo a passo a método utilizado para a realização do presente estudo. O procedimento para a pesquisa e coleta de dados foi embasado conforme o código de ética descrito na Norma ERG BR 1002. A abordagem da pesquisa foi dividida em duas estratégias uma para mediação direta e outra para medição indireta. Após a fase de coleta de dados dos métodos de coleta de dados contemplando todas as suas etapas, para comparação das técnicas. A realização da coleta de dados de ambas as mãos de uma população foi escolhido de modo aleatório. Estas coletas de dados foram realizados nas instalações do LABERG, campus politécnico da UFPR, conforme figura 24.



Figura 24 – Local da Realização das Experiências

3.1 PLANEJAMENTO DO TRABALHO

Nesta etapa são descritos os métodos e seqüência do processo de medição. Destaque para Materiais, instrumentos, etapa piloto, seleção das amostras, justificativa das medidas, levantamento de dados experimentais diretos e indiretos.

3.1.1 Materiais e Instrumentos

Foram utilizados instrumentos de medição direta e indireta, bem como materiais que auxiliaram a realização tanto de captura de imagens como na tomada de medições diretas. Estes materiais e equipamentos são:

-Anteparo: Anteparo de material leve para poder ser transportado de maneira mais fácil, figura 25. Este anteparo veio acompanhado com o Scanner ZS.



Figura 25 – Anteparo.

- Paquímetro: Utilizado no processo de medição direta, modelo universal de 300mm/12” da marca Mitutoyo, figura 26, utilizado para a coleta de medidas de comprimentos, largura e espessura das mãos analisadas. Este equipamento foi emprestado pela escola técnica CTI.



Figura 26- Paquímetro

-Escalímetro: Construído em plástico da marca trident, fig. 27, este instrumento de medição foi utilizado durante as fotografias das mãos para possíveis comparações de imagens digitais, ou seja, para futuras comparações de medidas.



Figura 27 – Escalímetro.

-Álcool gel: Para a limpeza das mãos a serem medidas diretamente com o paquímetro, fig. 28.



Figura 28 - Álcool gel.

-Targets: Utilizados diretamente nas mãos dos voluntários, são os responsáveis pela triangulação do laser, figura 29.



Figura 29 - Targets.

-*Scanner*: Equipamento de captura de imagens, sendo utilizado o scanner ZS a laser, fig. 30 , como já citado no item 2.6.2.



Figura 30 - Scanner ZS

-Calibre do escaner: Utilizado para calibrar o direcionamento do raio laser, figura 31.



Figura 31 - Calibre para o scanner.

3.1.2. Etapa Piloto

Uma série de experimentos foram realizados após leitura e conscientização dos propósitos da pesquisa, através do termo de concessão livre esclarecido que foi posteriormente assinado pelos voluntários na primeira etapa, coletou-se das 8 amostras as medidas principais das mãos, com o propósito de analisar o dimensionamento antropométrico de mãos, primeiramente com medição direta, utilizando para isso, um paquímetro de 300 mm de capacidade, marca Mitutoyo com resolução de 0,05mm, visto que esta resolução é adequada, uma vez que partes corpóreas não possuem rigidez suficiente para que seja utilizado equipamentos de medição direta com uma resolução abaixo de 0,05 mm, conforme padrões de metrologia para peças rígidas. E posteriormente com medição indireta, conforme fluxograma da figura 32.

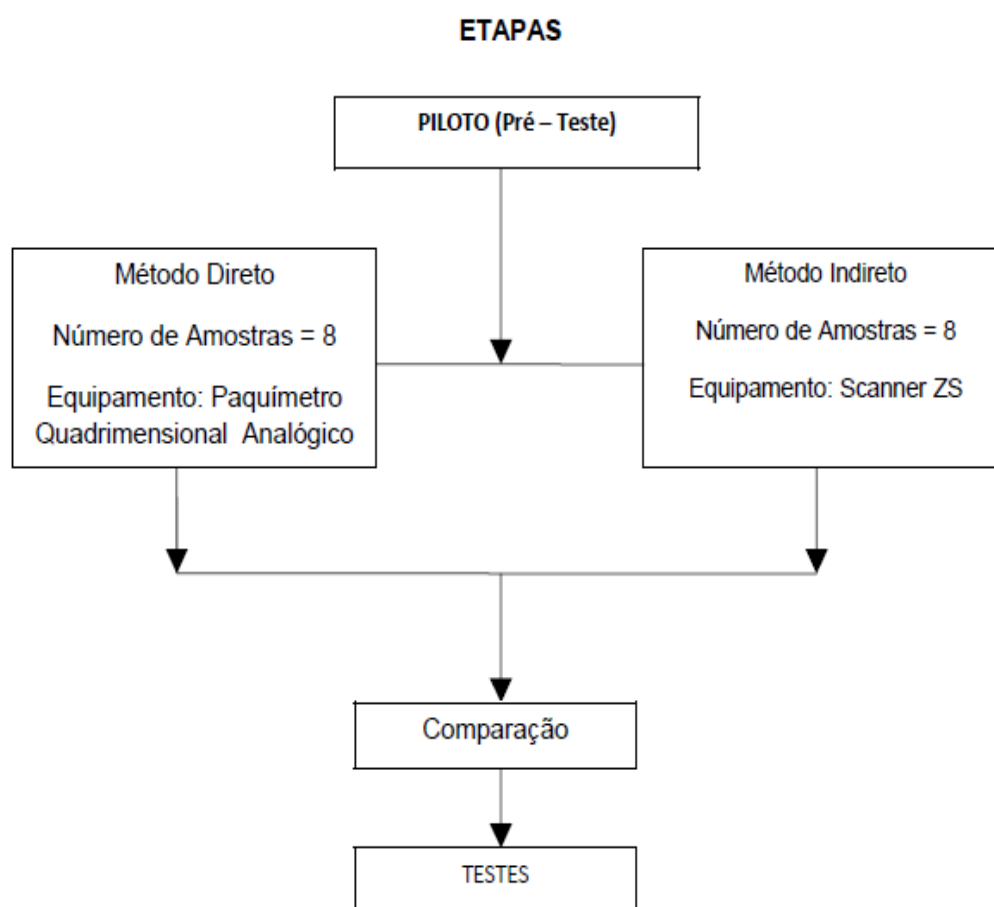


Figura 32- Fluxograma da Etapa Piloto.

A medição direta ocorreu em uma única fase de procedimento para a obtenção das dimensões.

A medição indireta consiste em 3 fases distintas: Tomada de medidas Indiretas, Procedimento para Conversão de Imagens e Tratamento das Imagens no 3DStudio Max.

3.1.3 Seleção das Amostras

As amostras foram coletadas de voluntárias entre 18 a 48 anos de idade em Curitiba e Região Metropolitana, conforme aplicação de questionário anexo no apêndice. As amostras foram selecionadas pelo critério do Índice de Massa corporal.

3.1.4 Justificativa da Escolha das Medidas Coletadas

O número de amostras proporcionais estratificadas conforme citado no item 2.7 são num total de 24, sendo as medidas coletadas da mão direita e esquerda. A escolha das amostras representam 3 classificação: 8 do critério magreza, 8 do critério peso normal e 8 acima do peso.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS EXPERIMENTAIS – MÉTODO DIRETO

Coleta de Dados Antropométricos

Para Tomada de medidas diretas foi utilizado o seguinte procedimento:

1ª Etapa Direta: Os indivíduos foram solicitados primeiramente a colocar a mão em um anteparo apropriado que tem como objetivo facilitar o posicionamento da mão e leitura das medições afim de evitar que houvesse a movimentação da mesma no momento das medições, garantindo assim precisão durante as coletas, conforme figura 33.



Figura 33 – Mão do voluntário no anteparo apropriado.

2ª Etapa- Direta: Foram realizadas as medições diretas nos voluntários da mão direita e esquerda conforme dimensões selecionadas (1,2,3,4) conforme IIDA, 2005, figura 34.

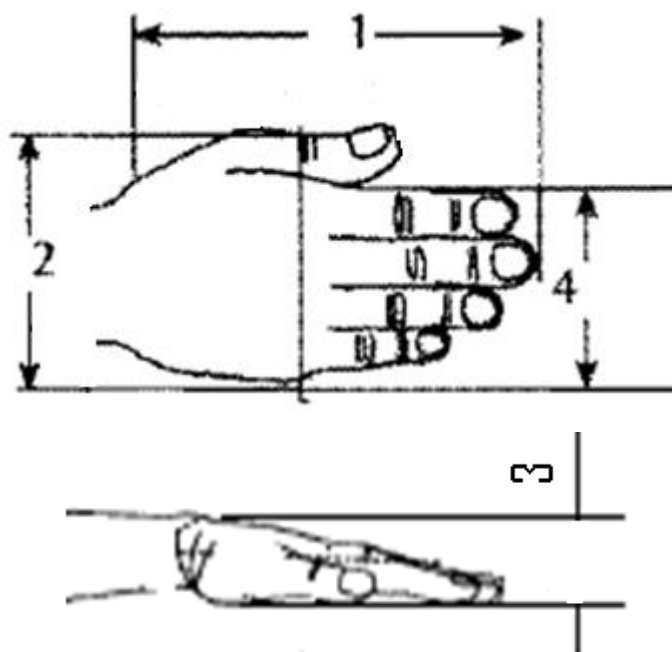


Figura 34 – Principais partes da mão a serem medidas.

- 1 - Comprimento- do punho até a extremidade do dedo médio.
(Como referência anatômica foi baseado na primeira dobra distal.)
- 2 - Largura Total da Mão.
- 3 - Altura Máxima.
- 4 – Distância entre os 4 primeiros dedos.

3ª Etapa- Direta: Foram transferidas as medidas para o fichário de coleta de dados da amostras.

- Os dados foram coletados pelo sistema de medição direta e transferidos para o questionário de coleta de amostras antropométricas conforme apêndice 1.

4ª Etapa- Direta: Foram tabuladas as medidas antropométricas conforme tabela 1, apresentado no capítulo 4 de resultados.

5º Etapa- Direta : Realização dos cálculos estatísticos.

Para calcular os dados estatísticos foi utilizado um software livre bio-est com o método ANOVA, estes dados encontram-se nas tabelas 3 e 4, apresentado no capítulo 4 de resultados.

3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS EXPERIMENTAIS PELO MÉTODO INDIRETO

O método indireto requer três partes distintas para obtenção das medidas dos indivíduos da mão direita e esquerda.

3.3.1 Procedimento de Escaneamento

Inicialmente foram tomadas as medidas indiretas dos indivíduos em ambas as mãos com o escâner Zs 700CX.

3.3.2 Conversão de Imagens

Foi realizada a conversão das imagens capturadas pelo escâner Zs 700CX, para um arquivo para ser aberto no software 3DStúdio Max.

3.3.3 Tratamento das Imagens

Nesta parte foram tratadas as imagens preparando-as para realização das medições citadas no item 3.2.

3.4 COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS INDIRETOS

3.4.1. Método para tomada de medidas indiretas. (1ª parte)

Método:

1ª Parte- Realizada a assepsia do voluntário com álcool gel.

2ª Parte- Colocado os targets na mão dos voluntários, conforme figura 35.

(Os targets tem por objetivo referenciar os pontos tridimensionalmente que serão escaneados)



Figura 35– Mão do voluntário com targets e posição definida para escaneamento.

3ª Parte – Utilização do software do escâner Zs 700CX, conforme figura 36.

Antes de iniciar o processo de captura precisa verificar se o sensor do scanner está ativo com o programa.

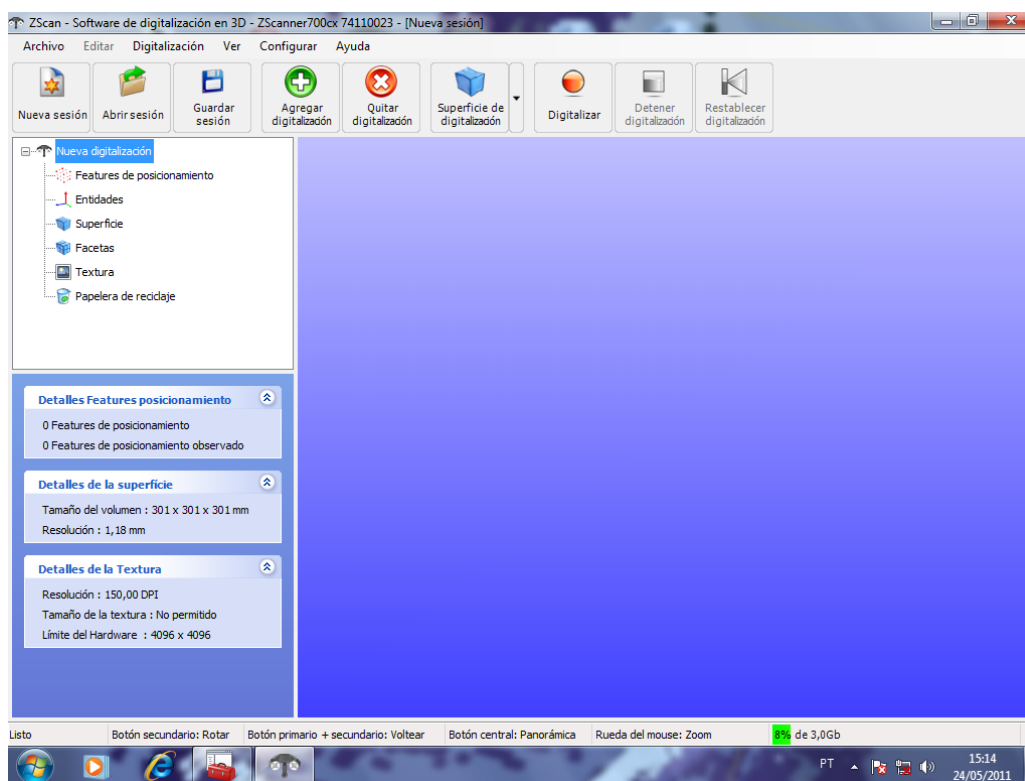


Figura 36 – Abertura do programa do Scanner ZS 700 CX.

4-Selecionado nova digitalização, conforme figura 37.

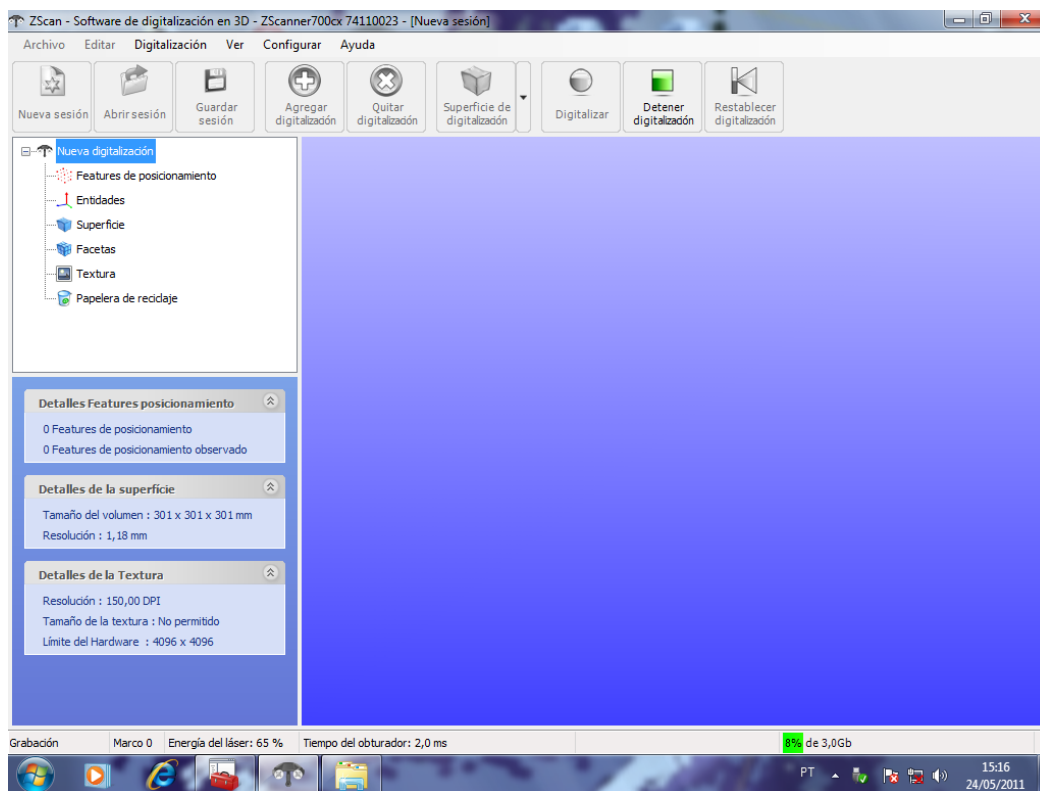


Figura 37 – Início do processo de digitalização.

5 - Selecionado o módulo facetas, conforme figura 38.

Para poder trabalhar posteriormente com a imagem e seus parâmetros.

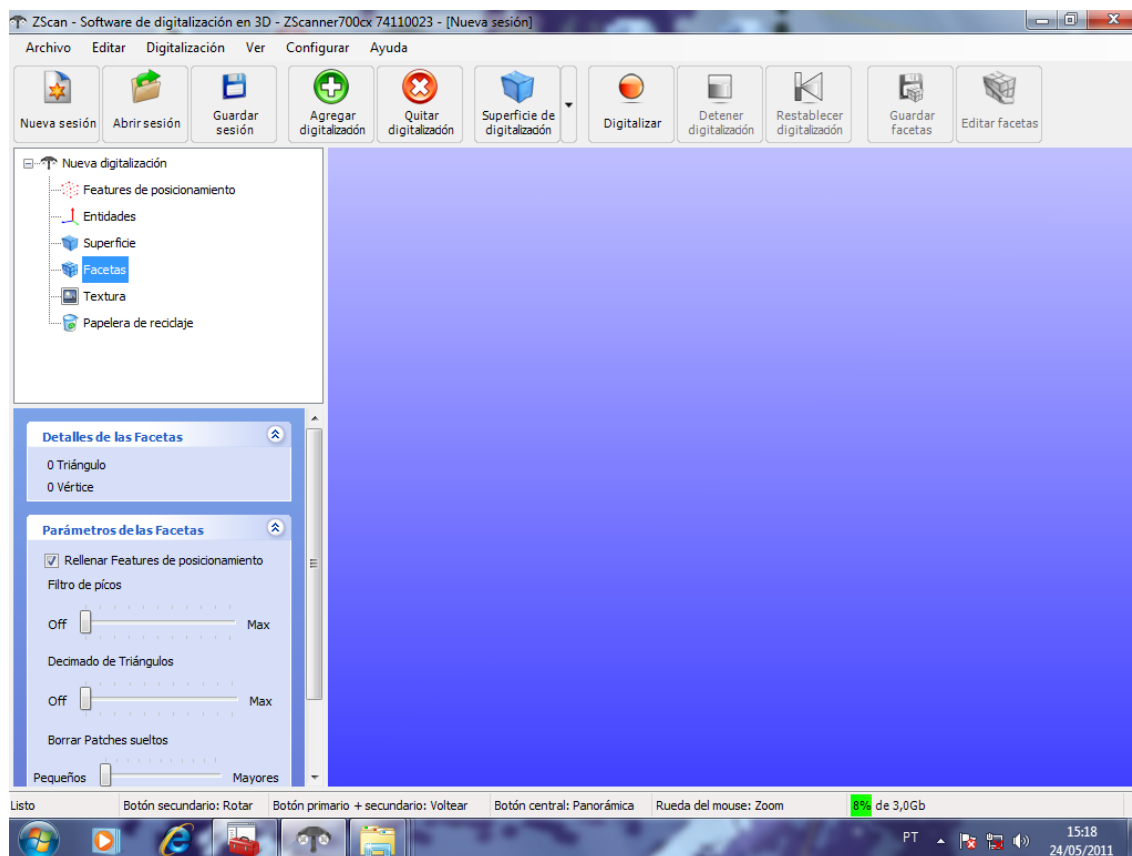


Figura 38- Módulo Facetas.

6- Início da digitalização, conforme figura 39.

A distância entre o mão e o escâner deve estar aproximadamente 15 cm.



Figura 39 – Mão do voluntário no início da digitalização.

7- Seleccionado o módulo features de posicionamento.

Esta ferramenta do software tem por objetivo verificar a posição dos targets em relação ao objeto a ser dimensionado, conforme figura 40.

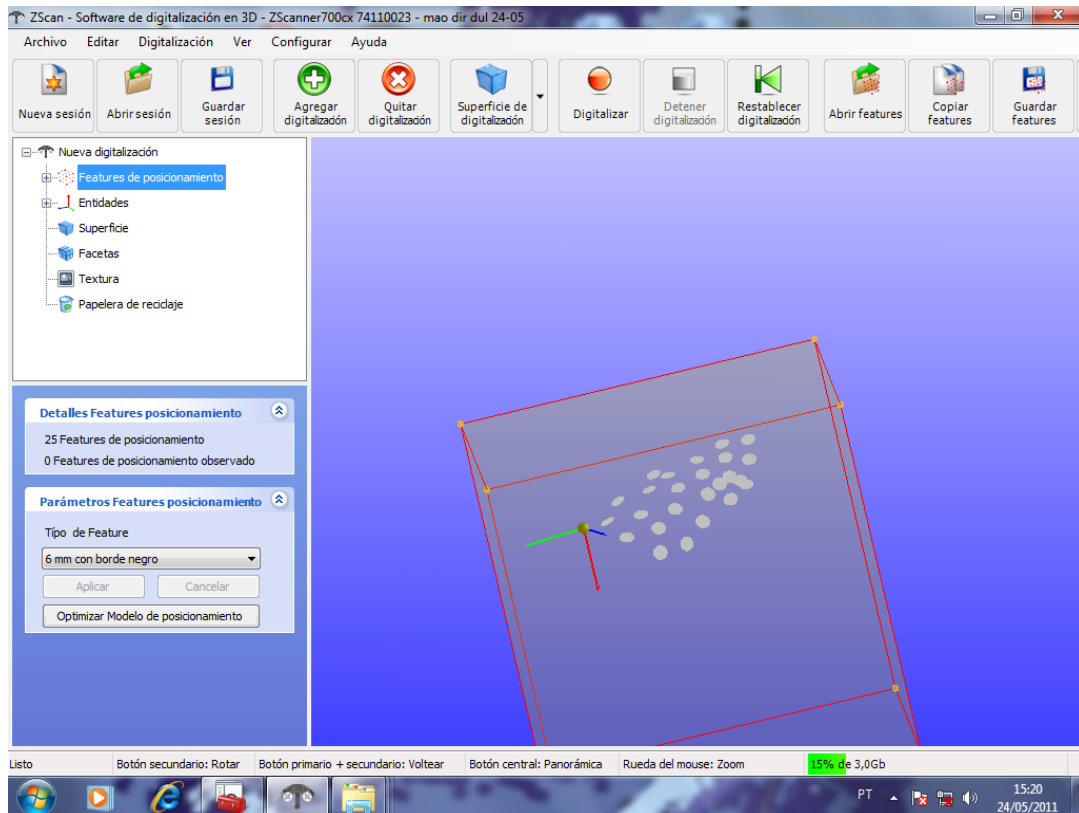


Figura 40– Módulo Features de posicionamiento.

8-Capturando a imagem da mão com o scanner ZS, conforme figura 41.

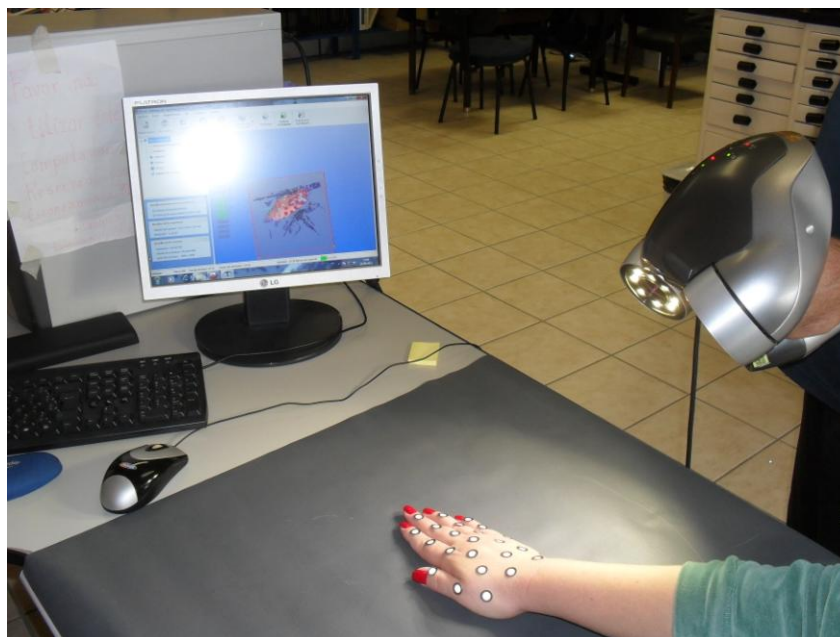


Figura 41 - Captura da imagem da mão com o scanner ZS.

9-Selecionado o módulo entidades, conforme figura 42.

Esta ferramenta tem por objetivo referenciar o objeto escaneado em relação aos eixos X, Y, Z.

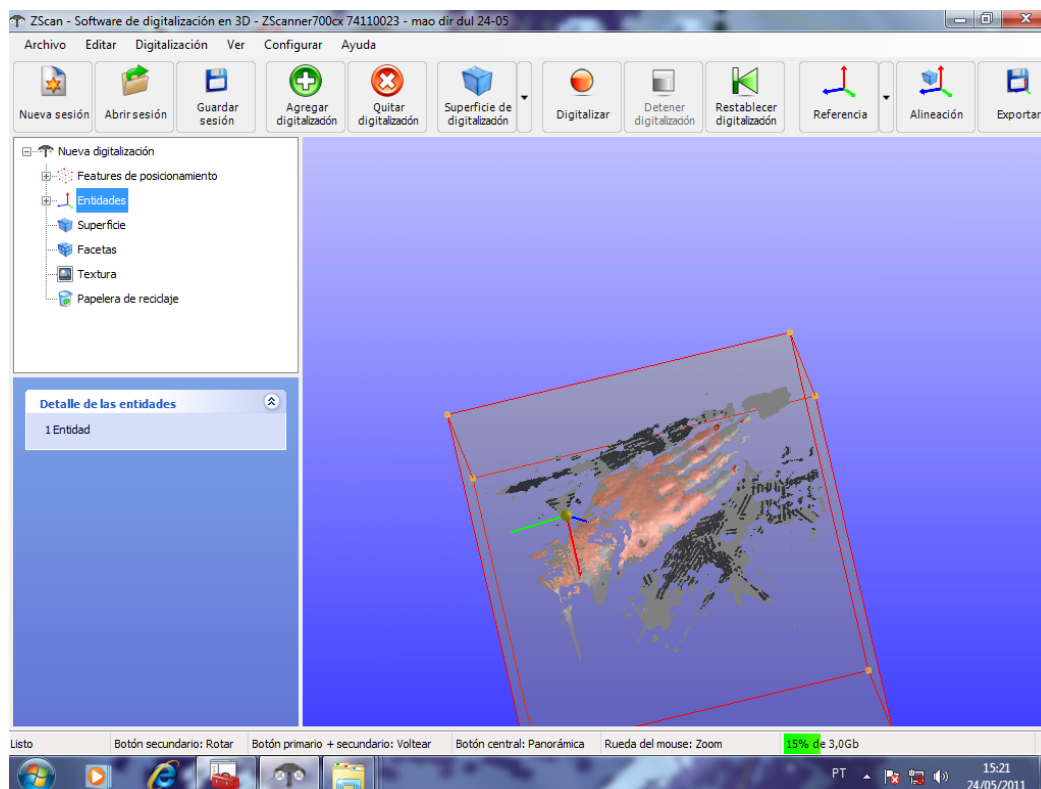


Figura 42- Módulo entidades.

10- Seleccionado o módulo superficie, conforme figura 43.

Esta ferramenta apresenta os parâmetros escaneados como por exemplo volume, resolução, etc.

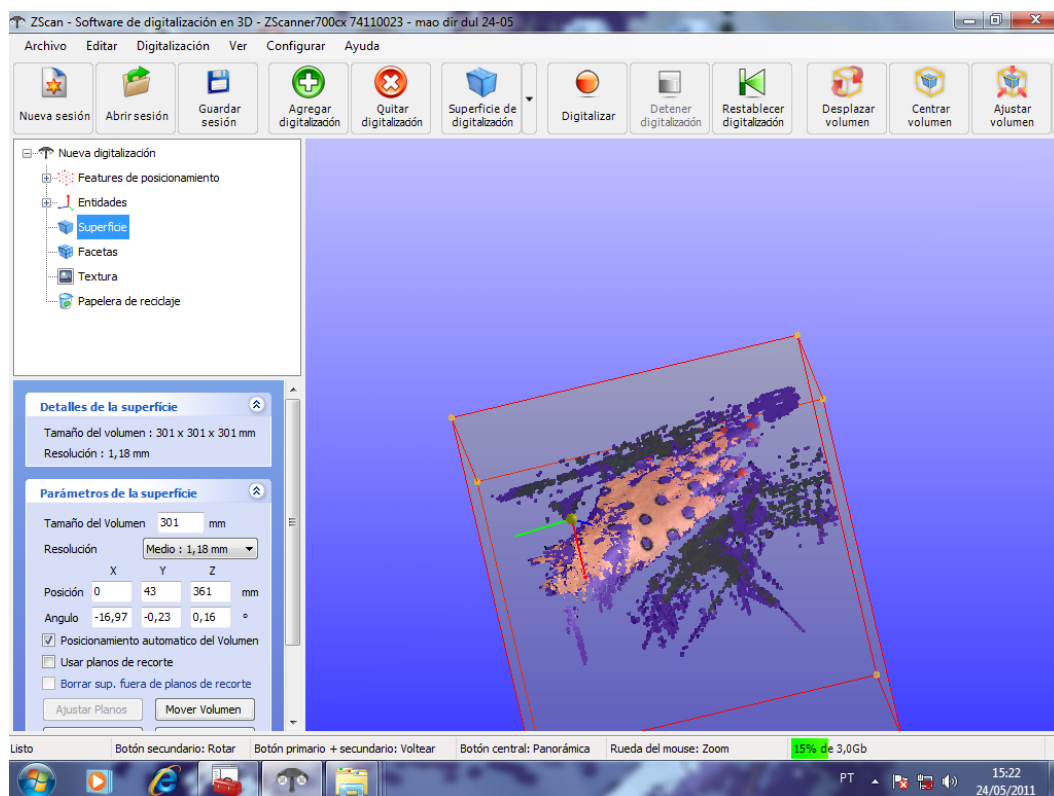


Figura 43- Módulo superficie.

11- Trabalhando com as irregularidades (sombras) no módulo facetas, conforme figura 44.

Esta ferramenta tem por objetivo eliminar as irregularidades do objeto escaneado.

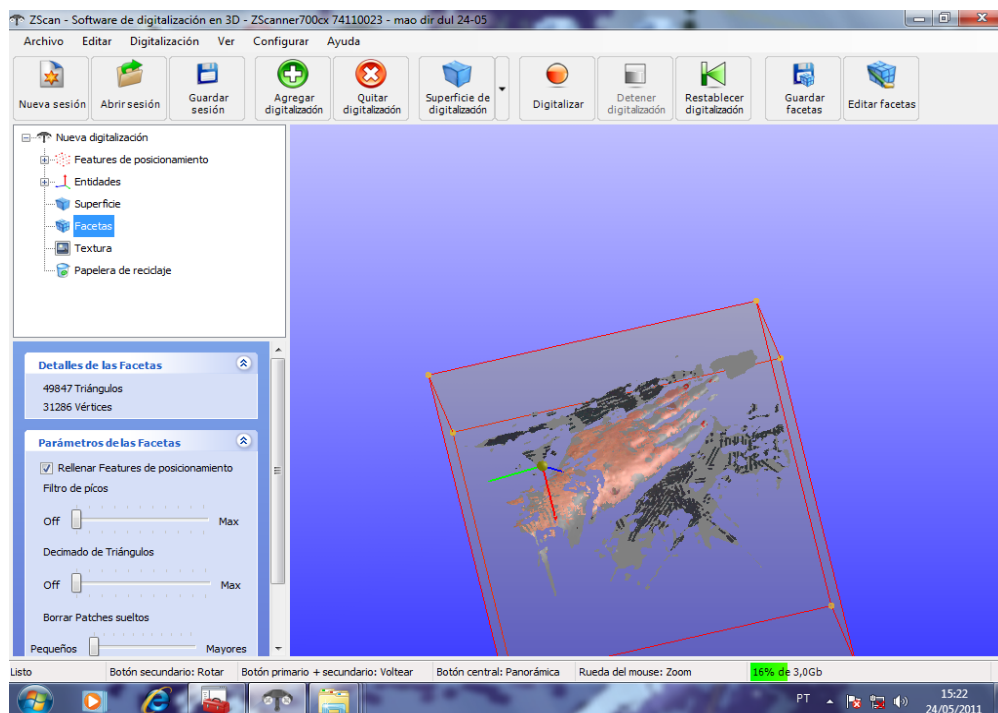


Figura 44 - Trabajando con las irregularidades no módulo facetas.

12 - Seleccionado o módulo textura, conforme a figura 45.

Esta herramienta tem por objetivo mudar o tipo de textura da imagem escaneada.

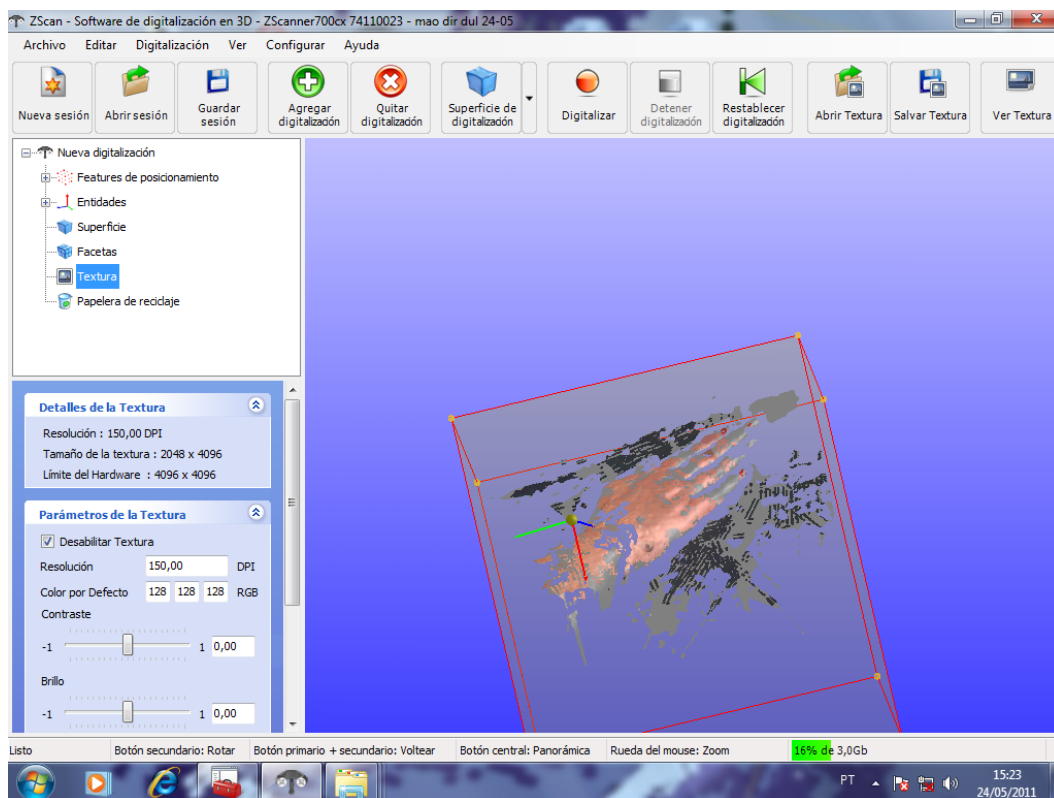


Figura 45 – Módulo textura.

13- Seleccionado o módulo Superficies para ajustes (volumen, centralización da imagen), conforme a figura 46.

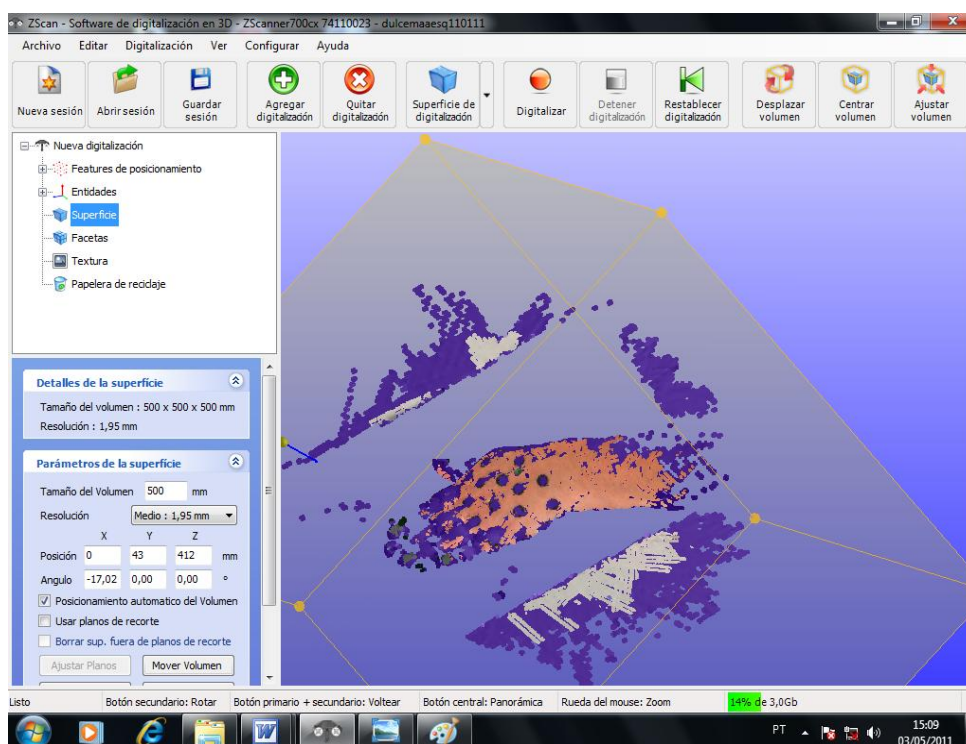


Figura 46 - Módulo para ajuste de superficie (volumen e centralización da imagen)

14-Finalização do processo, conforme figura 47.

Finalização e atualização do processo de escaneamento.

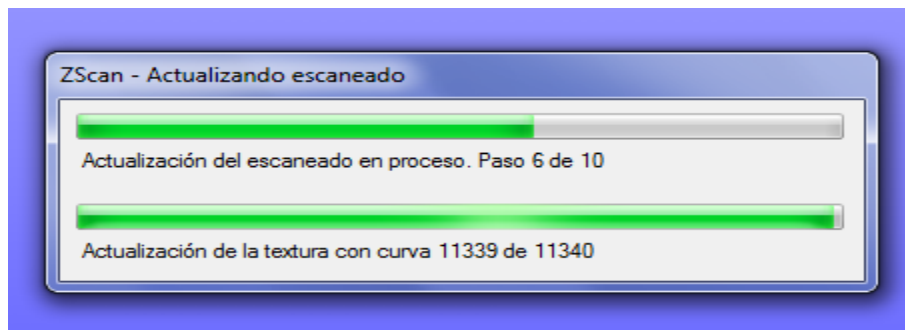


Figura 47 - Finalização do processo.

3.4.2 .Tomada de Medidas Indiretas- 2ª Parte

Os arquivos gerados pelo sistema não permitem a coleta das dimensões, sendo necessário utilizar outro software.

Procedimento para conversão de imagens do Scanner ZS para arquivo a ser aberto no software Studio 3DMAX.

Método:

- 1- SALVAR O EM ARQUIVO (.STL)
- 2- GUARDAR→ facets→.STL→DE CIMA(EXTENSÃO)
- 3-FILE→IMPORT→STEREOTIPO(*STL)→SELECIONAR→D:/STL→ABRIR
- 4-MALHAS→BOTÃO→DIREITA→CONVERT TO MASH→VERTX→(DENTRO DO MODIFY)→ROTAÇÃO E MOVER PARA POSICIONAR(↔,↑,↓)→ ABA UTILITES→MEASURE
- 5-(REFORÇAR PONTOS E LATERAIS)→(X,Y,Z)

3.4.3 .Tomada de Medidas Indiretas- 3ª Parte

Nesta etapa é gerado o tratamento das imagens com o software Studio 3DMAX para medição das imagens. Os arquivos stl* são importados para o ambiente do software estúdio 3DMAX.

1- Abertura do programa Studio 3DMAX, conforme figura 48.

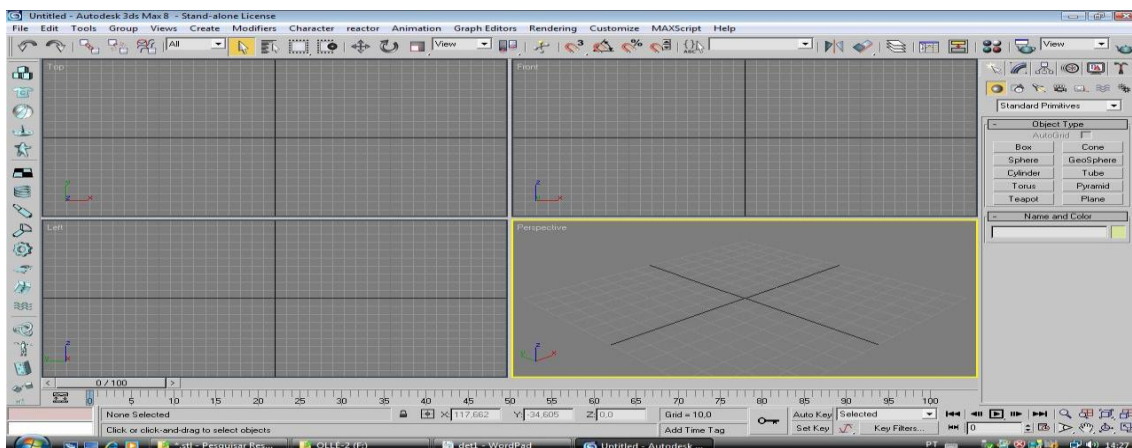


Figura 48 – Acesso ao programa Studio 3DMAX.

2 - Definido o plano de fundo, conforme figura 49.

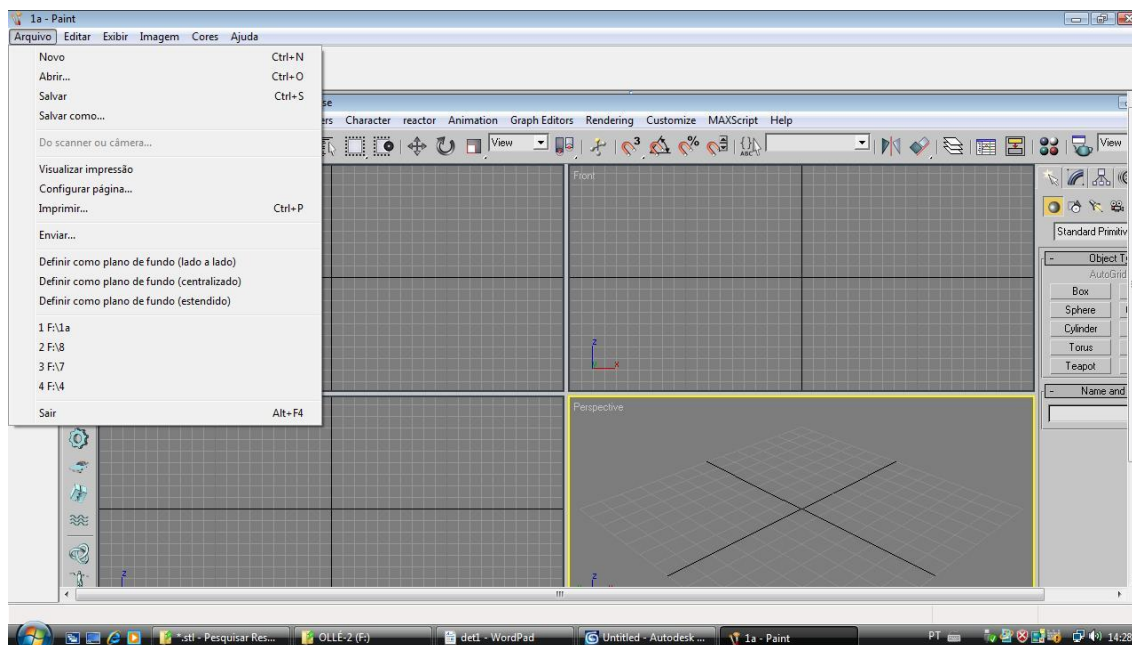


Figura 49 – Definição do plano de fundo.

3-Importado os arquivos convertidos, conforme figura 50.

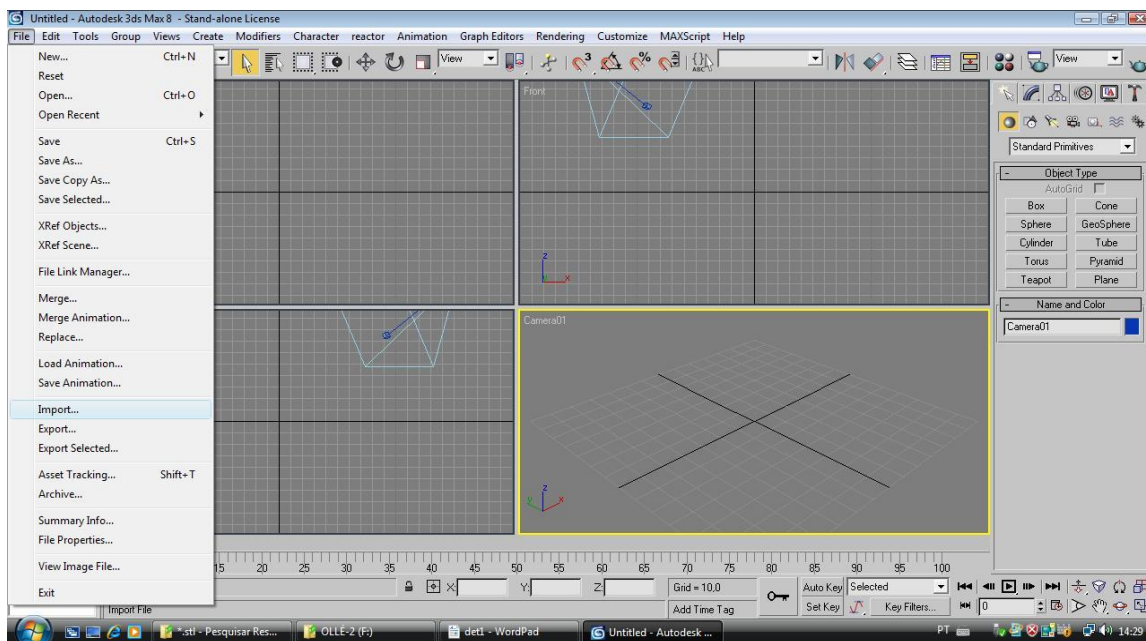


Figura 50 – Importação do arquivo convertido.

4 - Seleção da pasta onde estão os arquivos, conforme figura 51.

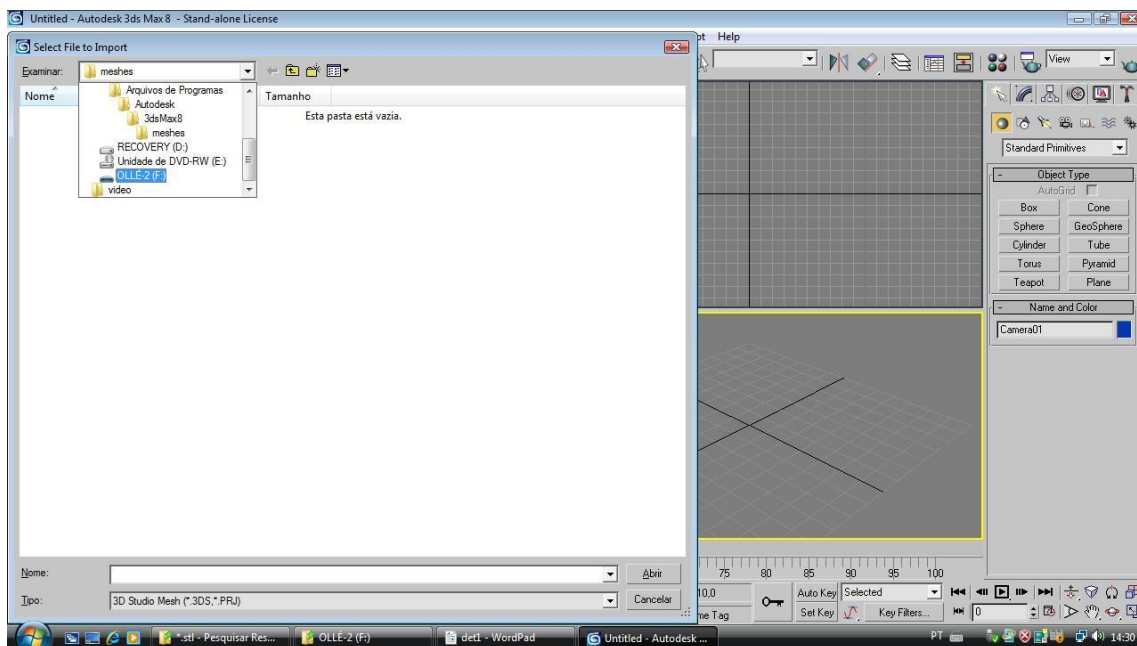


Figura 51 - Seleção da pasta onde estão os arquivos convertidos.

5 - Escolha do arquivo, conforme figura 52.

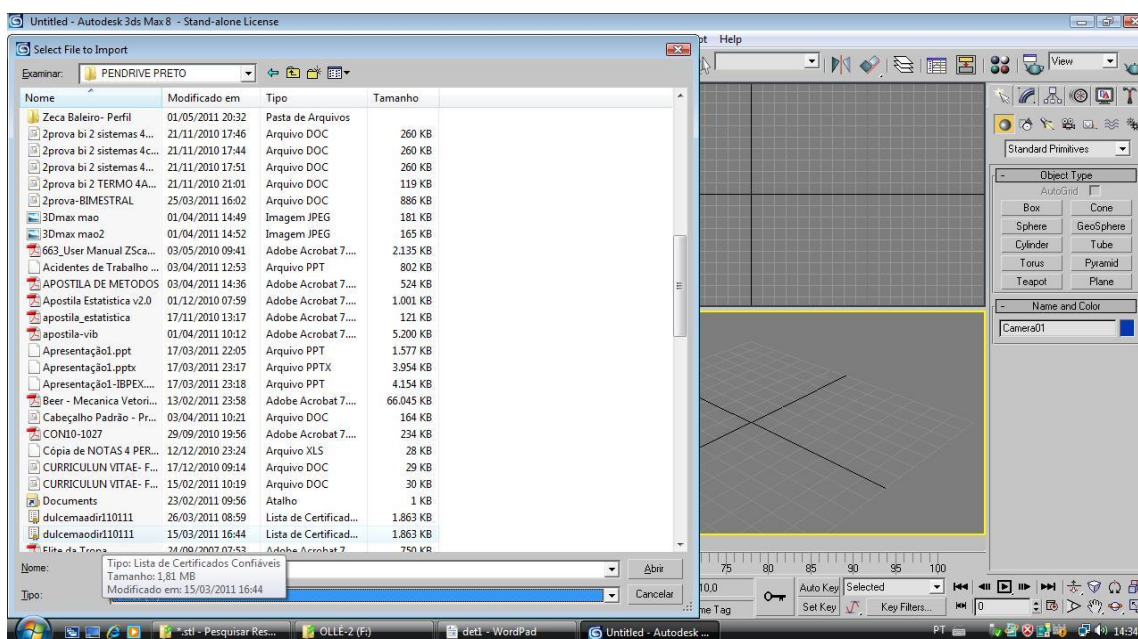


Figura 52 - Escolha do arquivo.

6 - Abertura do arquivo no software Studio 3DMAX, conforme figura 53.

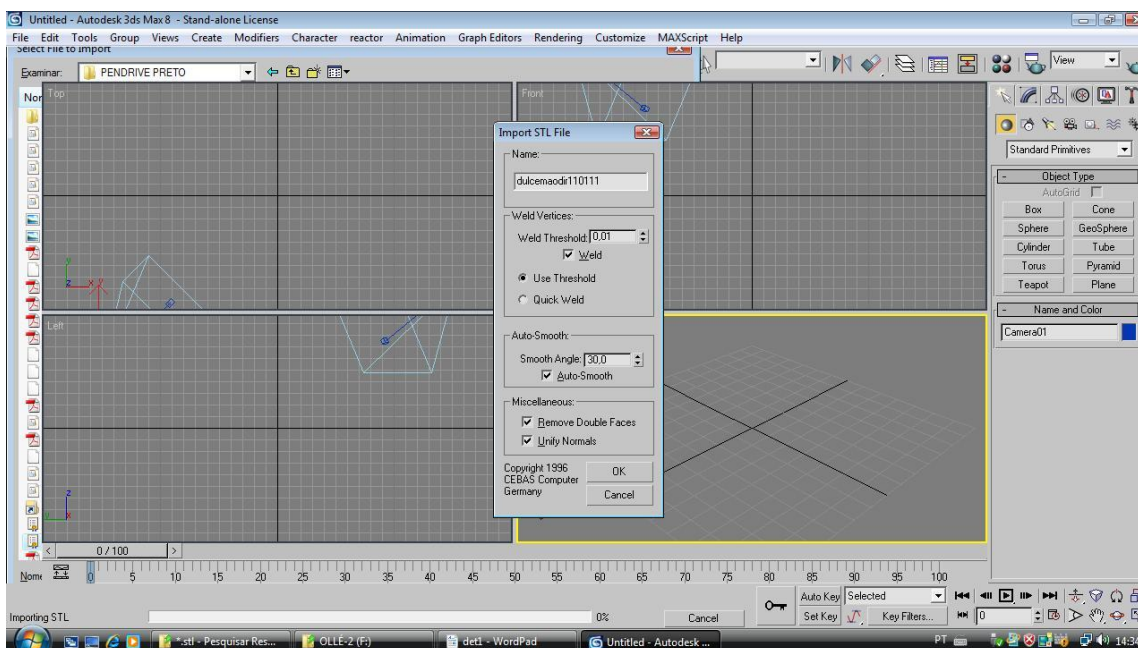


Figura 53 - Abertura do arquivo no software Studio 3DMAX.

7- Entrada dos dados 3D da imagem selecionada e iniciando o processo de abertura, conforme figura 54.

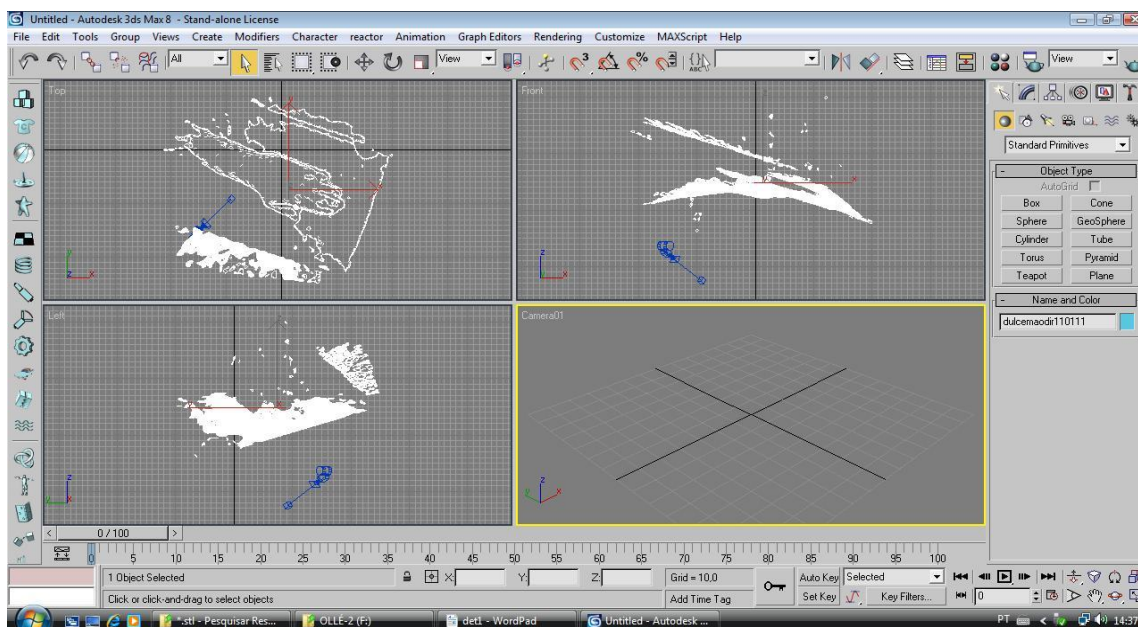


Figura 54 - Imagem selecionada e iniciando o processo de abertura.

8- Primeiramente executar o posicionamento da imagem digitalizada conforme projeções ortogonais, de acordo com a figura 55.

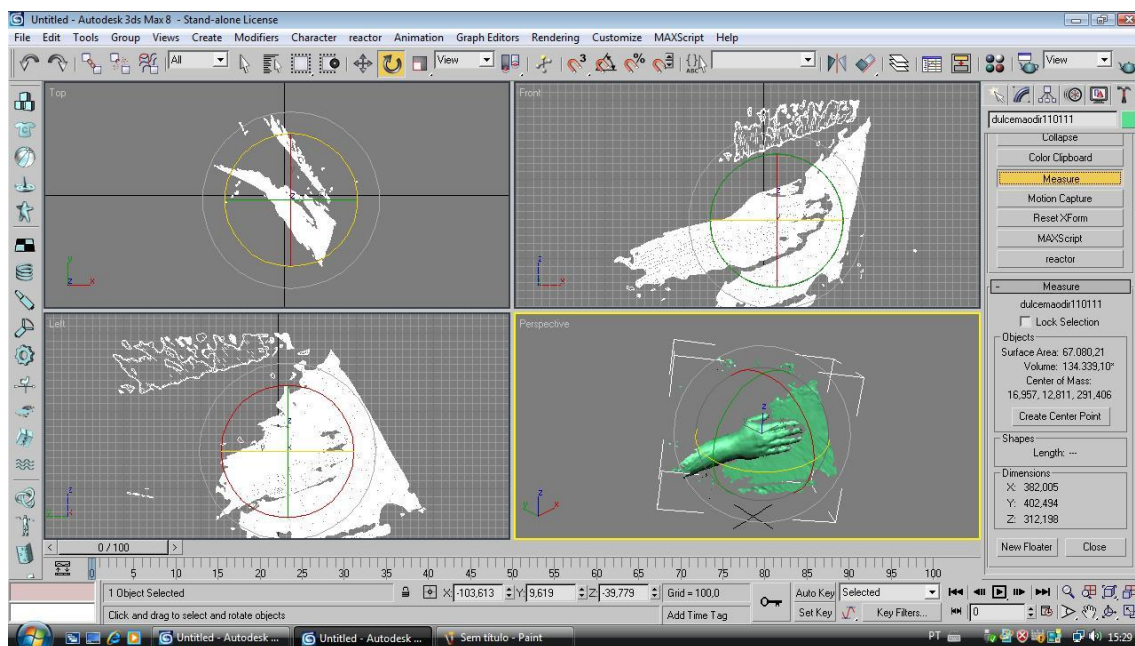


Figura 55- Posicionamento da imagem digitalizada conforme projeções ortogonais.

9-Tratamento da imagem.

Nesta etapa faz-se a eliminação de pontos da malha indesejáveis, conforme figura 56.

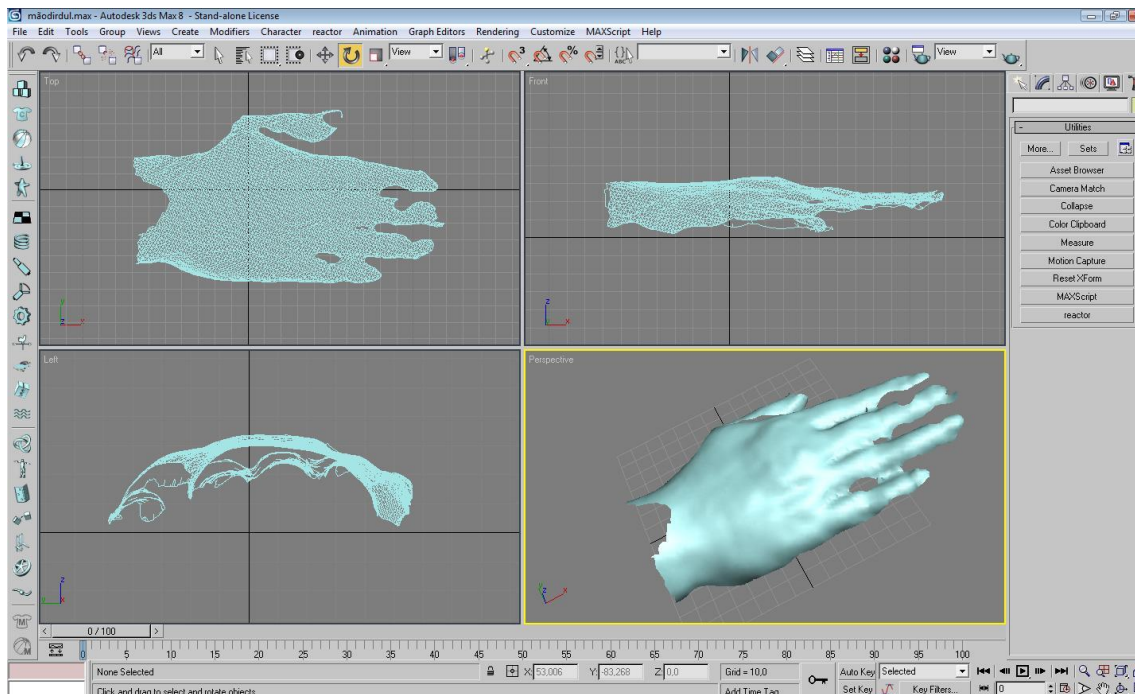


Figura 56 - Tratamento da imagem

10 – Após esta etapa, fazer a centralização da imagem, conforme figura 57.

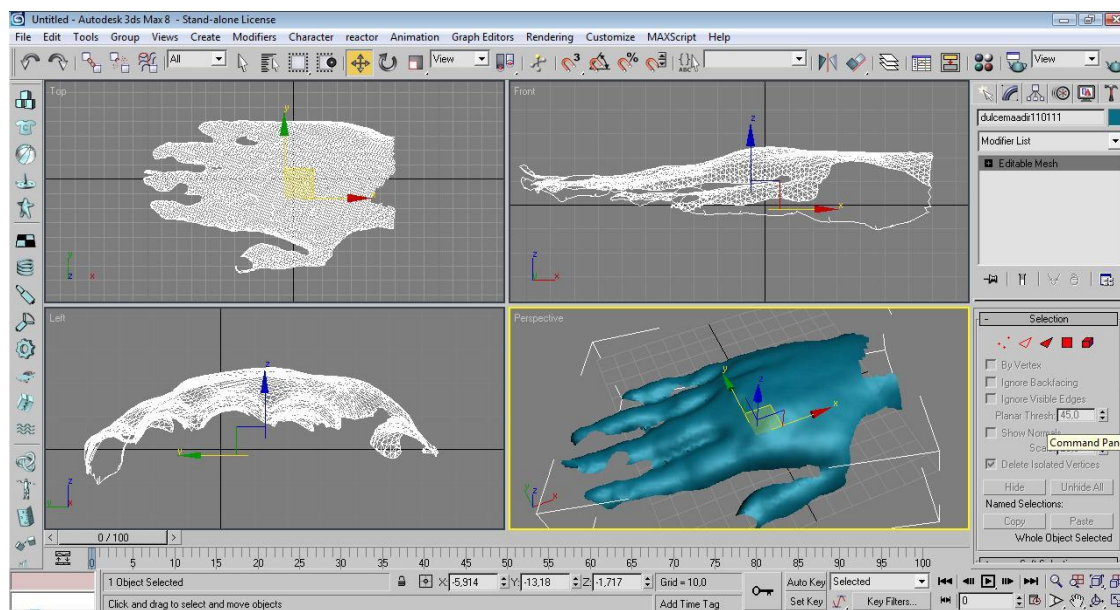


Figura 57 - Centralização da imagem

11- Nesta etapa é que será possível o dimensionamento que é a visualizado através das coordenadas X, Y, Z, conforme figura 58.

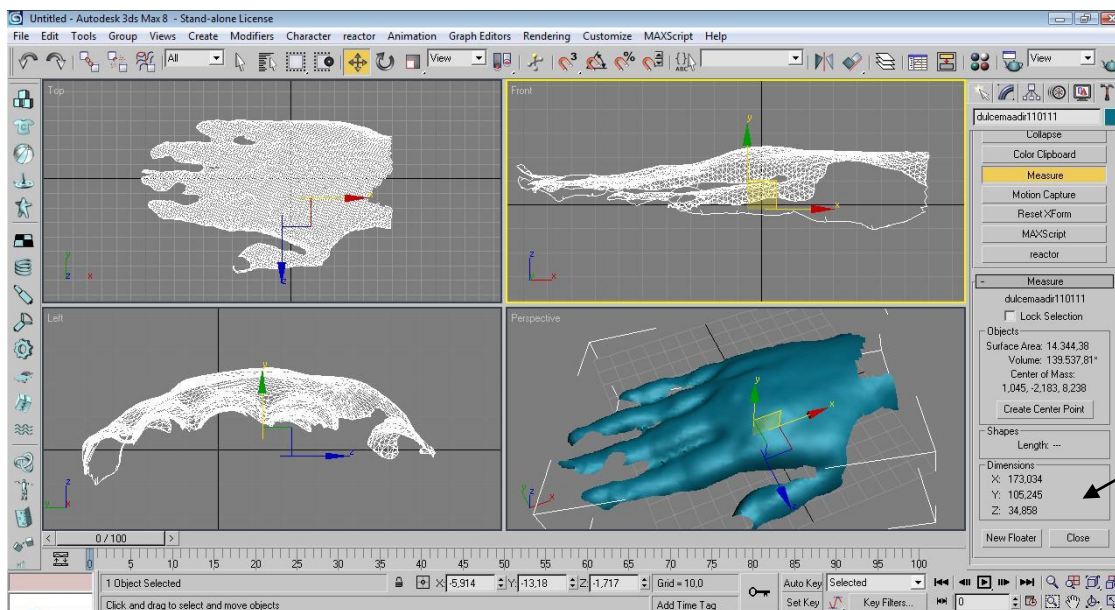


Figura 58 - Dimensionamento 3D da imagem.

12- Limpeza das partes não mensuráveis, conforme figura 59.
Preparação da imagem para nova medida.

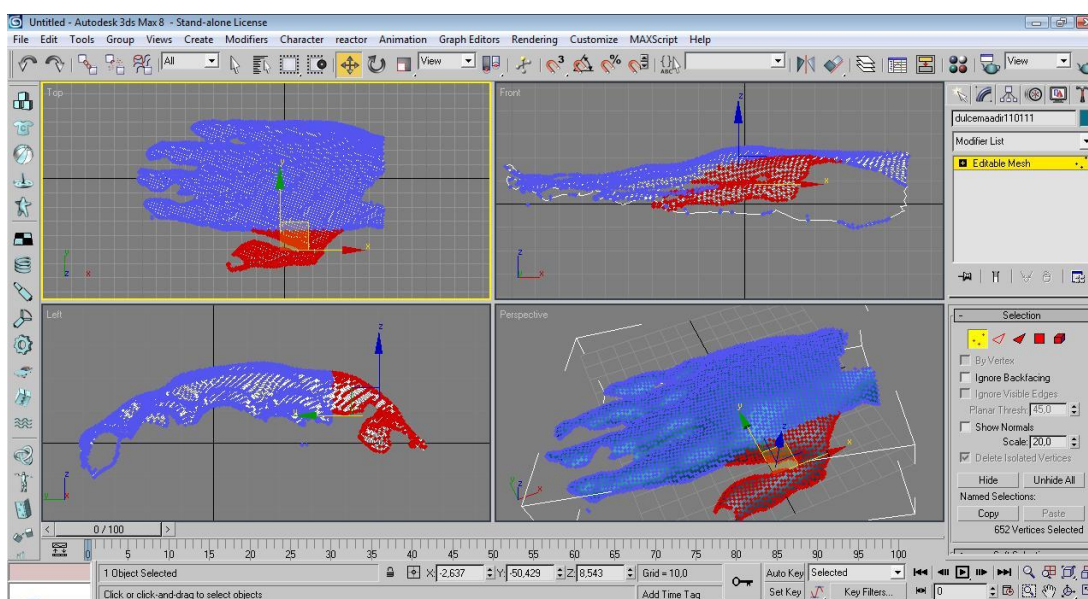


Figura 59 - Corte das partes não mensuráveis.

13-Dimensionamento da nova parte, conforme figura 60.

Excluída a parte que afeta a nova dimensão.

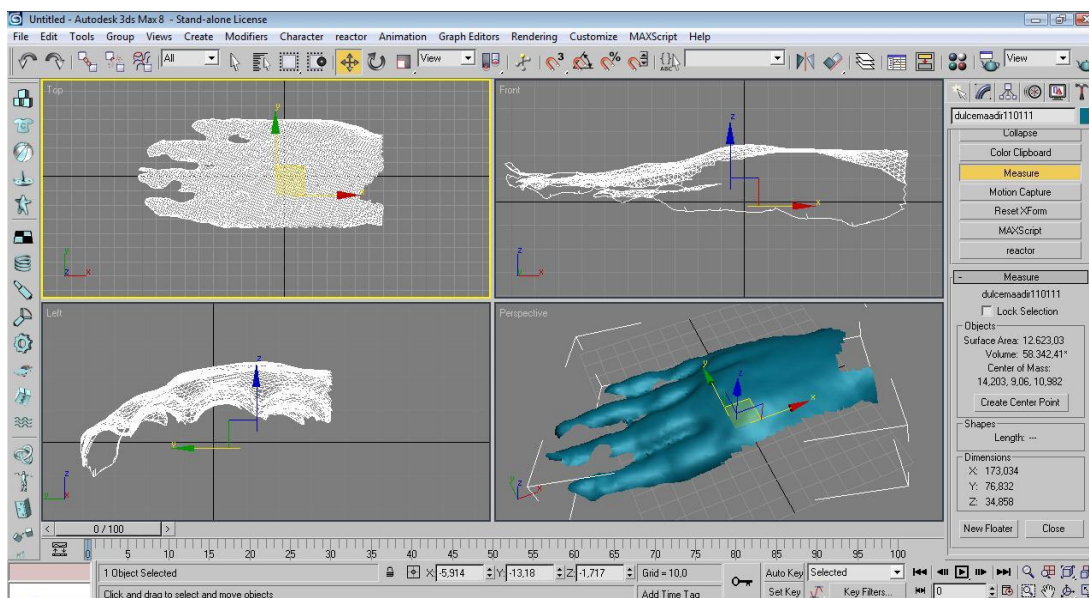


Figura 60 - Dimensionamento da nova parte.

14 - Preparação da imagem para futuros tratamentos com cortes, conforme figura 61.

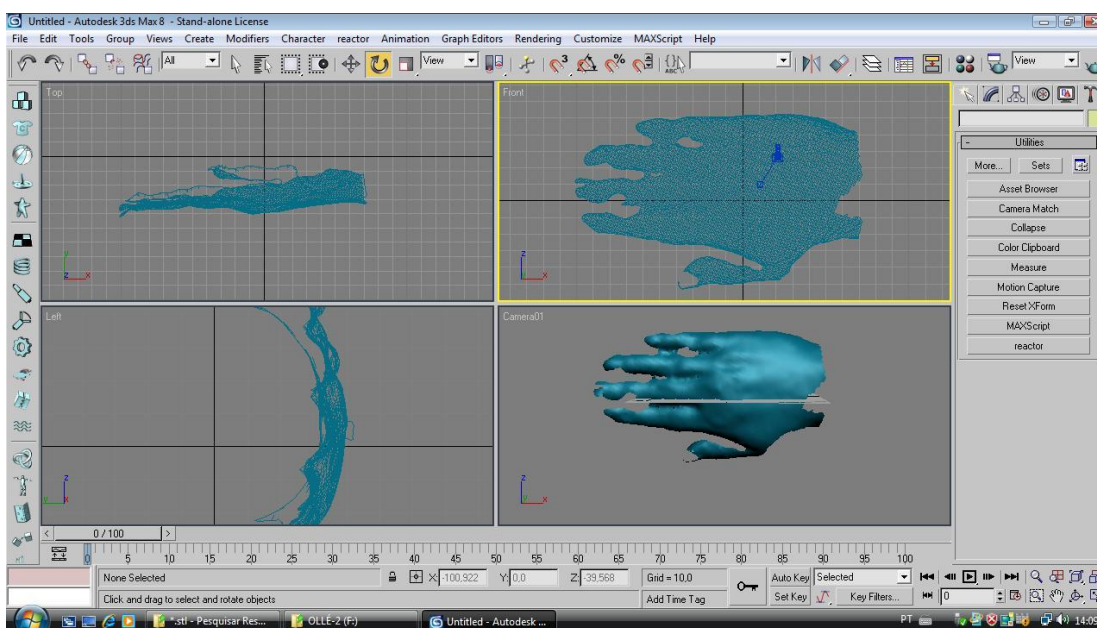


Figura 61 - Preparação da imagem para futuros tratamentos com cortes.

15- Reposicionando a imagem.

Medindo a imagem mudando a posição dos eixos, conforme figura 62.

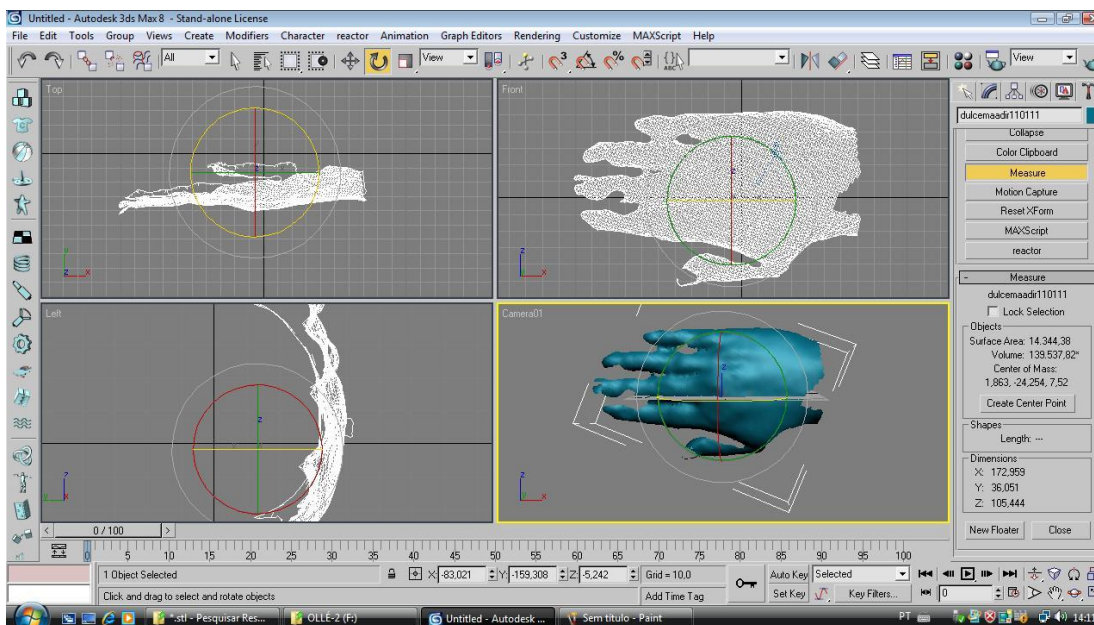


Figura 62 - Reposicionando a imagem.

16- Editando nova malha, conforme figura 63.

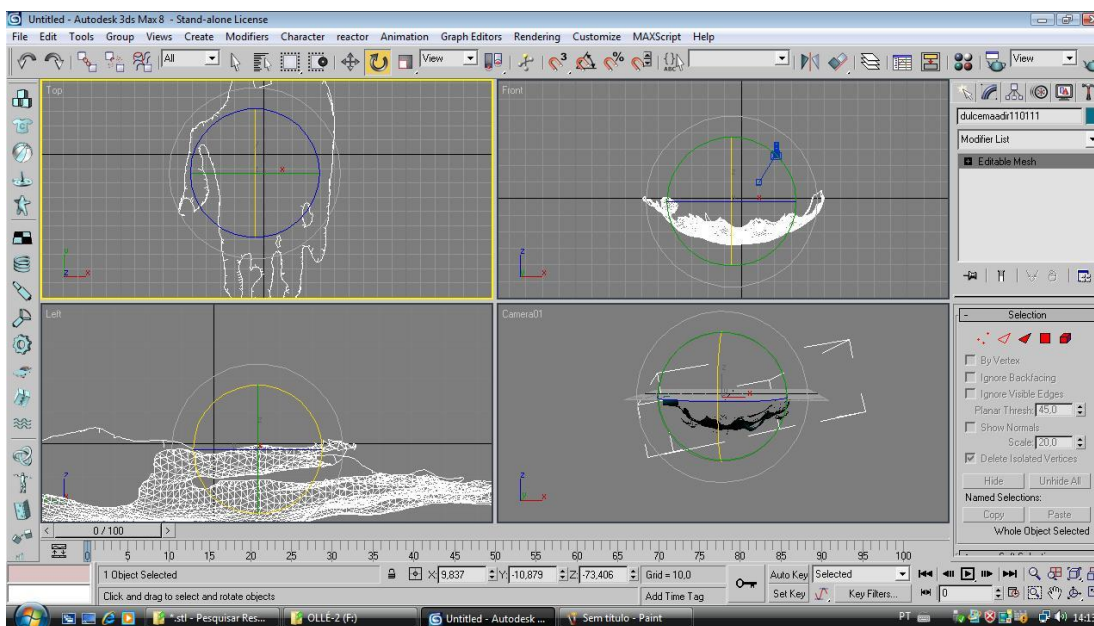


Figura 63 – Edição de nova malha.

17-Tratando a imagem para futuras medições, conforme figura 64.

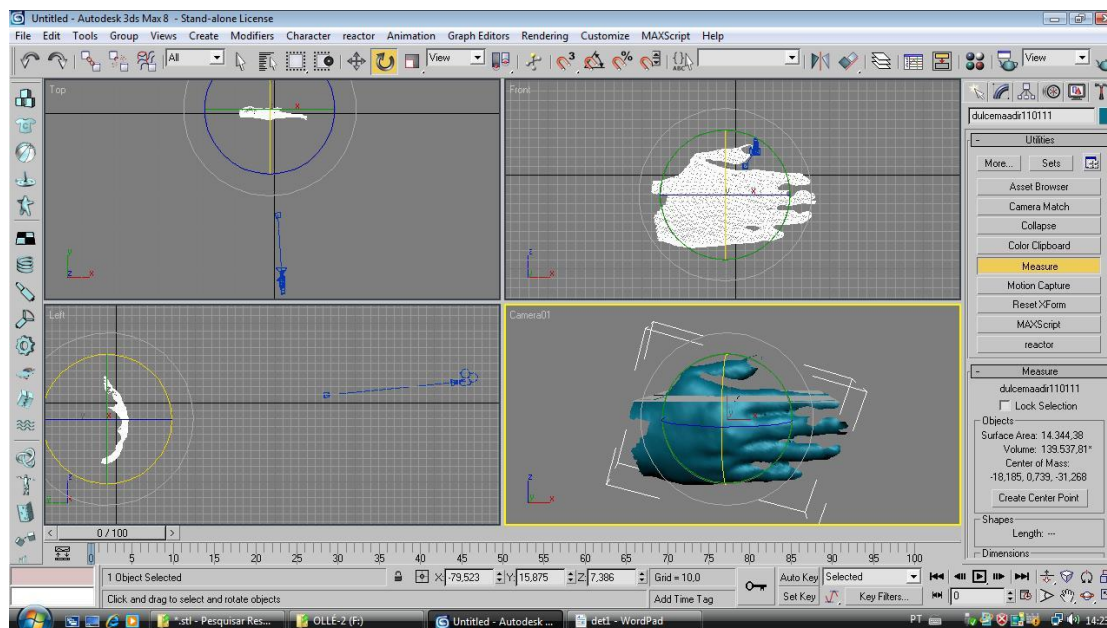


Figura 64 – Tratamento da imagem para futuras medições.

18 - Tabulada as medidas antropométricas realizadas pelo método indireto, conforme tabela 5 e tabela 6.

Medições de distâncias por Coordenadas usando o Software 3dsMAX

O software Studio 3DMAX possui ferramentas com a finalidade de determinar em tela as coordenadas X, Y, e Z que definem as dimensões reais do objeto escaneado, conforme a figura 65 abaixo.

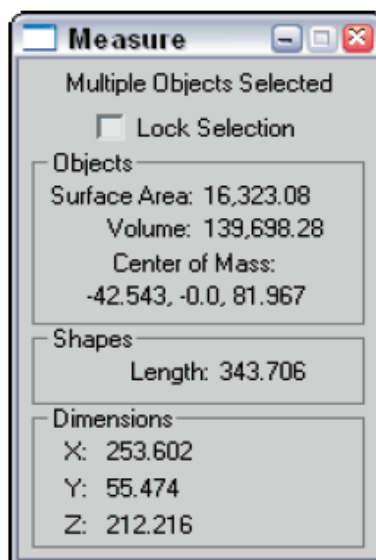


Figura 65 - Studio 3DMAX

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os procedimentos realizados através das medições antropométricas, pelos métodos direto e indireto de algumas variáveis da mão direita, tabela 1 e esquerda, tabela 2, foram observados diferenças não significativas em relação as medidas e entre os métodos, ou seja as diferenças das medidas pelos dois métodos são insignificativas, porém o método indireto apresentou valores mais exatos, uma vez que os feixes de laser não apresentam pressão sobre o tecido das mãos, como podemos verificar nas tabelas apresentadas neste trabalho.

Também foram realizadas comparações entre a mão direita e esquerda pelo método direto, tabela 3, e pelo método indireto, tabela 4 onde o desvio padrão ficaram muito próximos bem como as diferenças das medidas, tabela 5.

No caso do número de amostras menor ou igual a 30, que é este caso, a população não é normalmente distribuída logo não há testes paramétricos e $P=0$, Triola (2005, p. 276).

A comprovação destes resultados pode ser observada através da tabulação estatística e do gráfico da figura 66, onde podemos verificar que os resultados pelos dois métodos são muito próximos, complementadas pelo teste ANOVA para amostras pareadas.

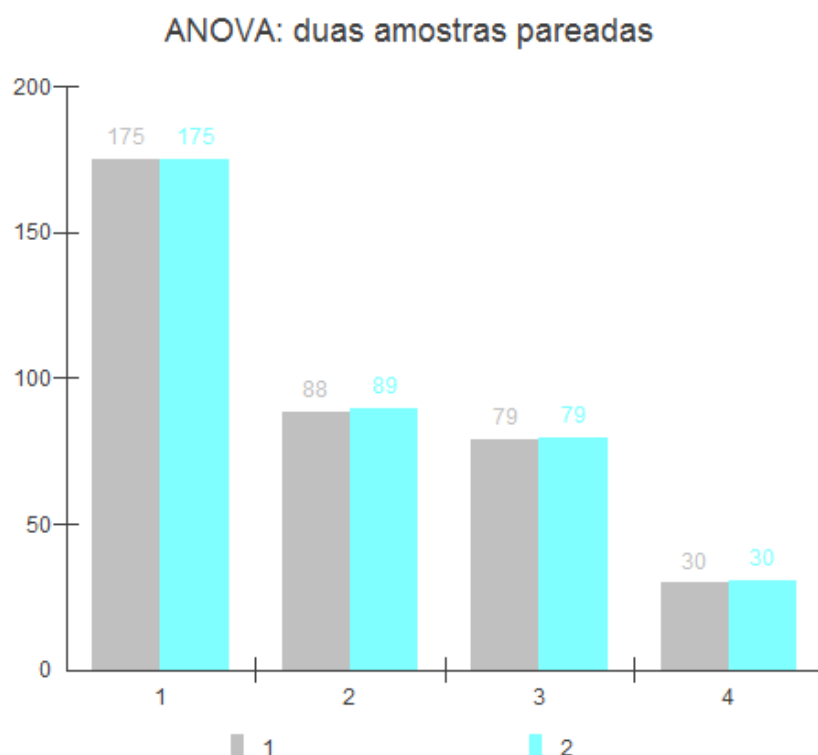


Figura 66 - Teste ANOVA para amostras pareadas.

Tabela - 1 – Medidas antropométricas da mão direita.

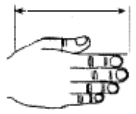
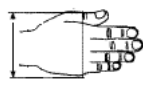
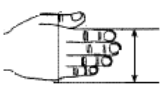

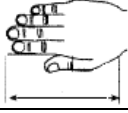
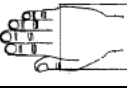
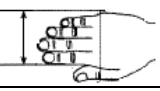

Mão Direita				
n	Y	W	X	Z
1	178,15	92,5	75,55	29,35
2	172,65	100,75	89,45	29,35
3	178,05	93,65	89,15	37,25
4	172,55	91,85	79,65	35,45
5	170,25	89,05	75,15	30,15
6	194,85	93,9	85,45	29,55
7	182,75	90,15	72,55	27,65
8	160,75	80,85	72,65	27,55
9	168,95	92,85	85,35	31,95
10	172,85	92,75	85,95	35,55
11	177,65	85,85	78,15	28,65
12	170,65	85,65	77,65	25,65
13	173,55	84,25	77,55	29,75
14	181,75	87,65	78,7	30,55
15	185,35	91,45	82,7	32,8
16	182,55	90,15	80,6	32,15
17	173,4	89,05	79,85	30,2
18	172,55	89,7	79,65	32,1
19	169,05	88,15	77,15	29,5
20	166,35	86,45	75,45	28,1
21	177,95	88,55	78,6	29,65
22	175,85	88,65	79	29,15
23	180,8	88,75	77,05	31,25
24	179,1	89,45	78	30,45
VAR	50,18	15,27	21,10	7,22
Perc(5%)	166,74	84,46	73,03	27,57
Perc(50%)	174,70	89,25	78,65	29,95
Perc(95%)	184,96	93,86	88,67	35,54
Média	175,76	89,67	79,63	29,95
DP	7,08	3,91	4,59	2,69

Tabela 2 – Medidas antropométricas da mão esquerda.

Mão Esquerda				
n	Y	W	X	Z
1	176,25	92,6	76,25	26,55
2	170,7	95,65	88,25	28,45
3	180,05	92,05	88,55	39,05
4	172,65	91,75	79,75	36,9
5	169,75	88,65	75,85	30,7
6	189,55	92,85	86,35	30,05
7	181,4	90,9	70,65	27,45
8	160,7	80,85	72,35	27,65
9	165,75	92,75	85,75	28,65
10	170,75	91,75	83,85	32,65
11	174,75	86,85	79,85	27,95
12	169,75	84,85	77,75	25,65
13	172,55	83,75	77,7	27,05
14	179,85	85,75	77,75	29,65
15	183,2	89,45	80,65	31,9
16	180,1	87,45	78,35	30,1
17	173,45	87,2	77,35	29,55
18	171,55	88,15	79,85	31,15
19	167	86,65	75,45	29,45
20	165,55	85,65	74,9	27,35
21	176,5	87,55	76,8	29,25
22	174,35	87,8	75,35	28,5
23	179,8	88,45	76,55	30,15
24	177,75	88,1	77,45	29,2
VAR	42,59	11,55	21,73	9,22
Perc(5%)	165,58	83,92	72,73	26,63
Perc(50%)	173,90	88,13	77,73	29,35
Perc(95%)	182,93	92,84	87,97	36,26
Média	173,90	88,13	77,73	29,35
DP	6,53	3,40	4,66	3,04

Para calcular os dados estatísticos foi utilizado um software livre bio-est com o método ANOVA, estes dados encontram-se nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Cálculos estatísticos das medidas pelo método direto.

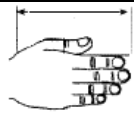
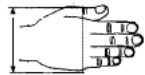
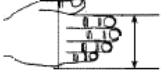

Medida Direta D/E				
	Y	W	X	Z
Média	174,83	88,09	78,68	29,65
DP	6,80	3,65	4,62	2,86

Tabela 4 – Cálculos estatísticos das medidas pelo método indireto.

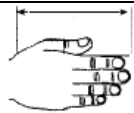
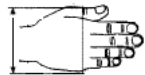
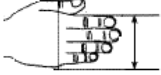

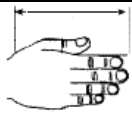
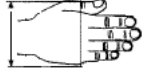


Medida Indireta D/E				
	Y	W	X	Z
Média	175,25	89,34	79,46	30,37
DP	6,82	3,36	4,60	2,80

Tabela 5 – Diferença das médias entre as mãos esquerda e direita.

Diferença entre medida direta e indireta				
Medidas	Y	W	X	Z
Diferença das Médias	0,42	1,25	0,78	0,72

As medidas indiretas da mão direita encontram-se registradas na tabela 6, e as medidas indiretas da mão esquerda na tabela 7.

Tabela 6 - Medidas antropométricas realizadas pelo método indireto da mão direita.

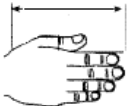
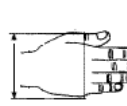
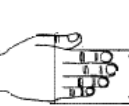
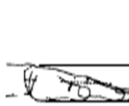
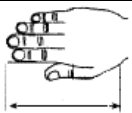
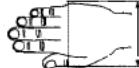
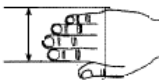

Mão Direita				
n	Y	W	X	Z
1	178,55	92,65	75,75	29,55
2	172,85	100,95	89,65	29,65
3	178,25	93,85	89,35	37,35
4	172,75	91,95	79,85	35,65
5	170,45	89,35	75,55	30,45
6	194,95	93,95	85,75	29,75
7	182,95	90,55	72,75	27,85
8	160,95	80,95	72,85	27,75
9	168,75	92,75	85,45	31,55
10	172,85	92,95	85,85	35,15
11	177,95	85,95	78,55	28,85
12	171,05	85,95	77,95	25,95
13	173,95	84,45	77,75	29,85
14	181,95	87,85	78,95	30,75
15	185,75	91,65	82,95	32,95
16	182,85	90,45	80,75	32,55
17	173,55	89,65	79,95	30,55
18	172,65	89,85	79,85	32,25
19	169,35	88,55	77,45	29,55
20	166,85	86,85	75,75	28,55
21	178,15	88,65	78,75	29,85
22	176,15	88,85	79,15	29,35
23	180,95	88,95	77,45	31,65
24	179,25	89,65	78,65	30,75
Variância	50,17	15,10	20,68	6,80
Perc.(5%)	167,14	84,68	73,26	27,77
Perc.(50%)	173,95	89,65	78,85	30,15
Perc.(95%)	185,33	93,94	88,83	29,50
Média	175,99	89,88	79,86	30,75
DP	7,08	3,89	4,55	2,61

Tabela 7 - Medidas antropométricas realizadas pelo método indireto da mão esquerda.

Mão Esquerda				
n	Y	W	X	Z
1	176,45	92,75	76,45	26,75
2	170,85	95,85	88,45	28,55
3	180,15	92,25	88,65	39,15
4	172,85	91,95	79,95	36,95
5	169,95	88,85	75,95	30,85
6	189,85	92,95	86,85	30,45
7	181,65	90,95	70,85	27,65
8	160,95	80,95	72,45	27,95
9	165,85	92,75	85,75	28,85
10	170,45	91,35	83,65	32,65
11	174,95	86,95	79,95	27,95
12	169,95	84,95	77,85	25,85
13	172,75	83,85	77,85	27,15
14	179,95	85,85	77,95	29,95
15	183,45	89,75	80,95	31,95
16	180,55	87,75	78,65	30,25
17	173,55	87,45	77,55	29,75
18	171,65	88,55	79,95	31,55
19	167,05	86,85	75,65	29,65
20	165,85	85,85	75,1	27,65
21	176,75	87,85	76,95	29,55
22	174,55	87,95	75,45	28,75
23	179,95	88,55	76,85	30,55
24	177,95	88,45	77,65	29,55
Var.	43,06	11,41	21,67	9,02
perc.(5%)	165,85	84,02	72,85	26,81
Perc.(50%)	174,05	88,50	77,85	29,60
Perc.(95%)	183,18	92,92	88,21	36,31
Média	174,50	88,80	79,06	30,00
DP	6,56	3,38	4,66	3,00

Podemos verificar que as diferenças não passam de décimos de milímetro, logo estas se tornam não significativas, porém a utilização do scanner foi importante, uma vez que com este, as medidas podem ser armazenadas de maneira que estas possam ser realizadas a qualquer momento em caso de dúvidas.

Já as medidas diretas necessitam dos colaboradores diretamente.

5 CONCLUSÃO

Esta metodologia tem que ser aprimorada, pois o scanner apresenta dificuldades em escanear detalhes da mão como, por exemplo, o vão entre os dedos, gerando a malha tridimensional com algumas falhas no modelo rugosidade da pele e cavidades, mas não invalida os ensaios realizados uma vez que as variáveis estavam possíveis de serem trabalhadas.

Observa-se a possibilidade de aprimoramento das técnicas de escaneamento bem como o aproveitamento destas imagens em outros softwares compatíveis.

Os resultados encontrados foram satisfatórios, pois estes demonstram que as diferenças não foram significativas como mostra as tabelas 8 e 9, que realiza a comparação das mãos direita e esquerda entre os métodos direto e indireto de medição através do teste t, onde o valor é de 5% bidistribuída conforme anexo 1.

Tabela 8 – Teste t para comparação das medições direta e indireta da mão direita.

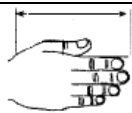
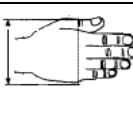
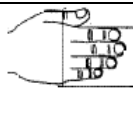

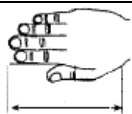
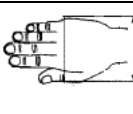
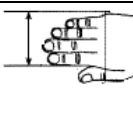

Mão Direita				
	Y	W	X	Z
Sp ²	50,175	15,185	20,890	7,010
t	-0,1101	-0,1867	-0,1743	-1,0467

Tabela 9 – Teste t para comparação das medições direta e indireta da mão esquerda.

Mão Esquerda				
	Y	W	X	Z
Sp ²	43,825	11,480	21,700	9,120
t	-0,3176	-0,6850	-0,9890	-0,7456

No teste t utilizamos a uma tabela "Distribuição t de Student, anexo 1 onde o nível de significância esta em um intervalo de -1,96 e 1,96. Como podemos

verificar os valores de “t” para a mão direita foram -0,1101, -0,1867, -0,1743 e -1,0467 respectivamente para as variáveis Y,W,X e Z e os valores de “t” para a mão esquerda -0,3176, -0,6850,-0,9890 e -0,7456 respectivamente para as variáveis Y,W,X e Z. Como neste caso todos os valores calculados de t, nas tabelas 8 e 9 estão neste intervalo, então as variações entre os métodos são irrelevantes.

6 DIFICULDADES E RESTRIÇÕES

- Foi utilizado o software Studio 3DMAX por este permitir a leitura da malha gerada pelo escaner, pois a UFPR não possuía o software recomendado pelo fabricante do escâner, no caso o Geomagic.

- Medir a mão fechada, pois esta pode gerar malhas não uniformes no volume.
- Tempo de escaneamento, de 15 a 25 minutos.
- Imobilização por longo tempo da mão do voluntário.
- As mãos de voluntárias que possuíam unhas pintadas, demoraram um pouco mais para serem escaneadas, por causa da reflexão do laser sobre o esmalte.

7 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

- Modelar matematicamente as estruturas escaneadas.
- Aperfeiçoar o escaneamento em referência as malhas.
- Análise de mãos defeituosas.
- Gerar dados para projetos de ferramentas manuais.
- Desenvolver um suporte para o scanner deslizar sobre as mãos, tornando assim o escaneamento mais rápido e padrão.
- Desenvolver um suporte para o ante-braço, para que este não movimente durante o escaneamento.

REFERÊNCIAS

Acta Cir. Bras. vol.17 no.4 São Paulo July/Aug. 2002

BARROSO, M. P., et al. **Anthropometric Study of a Portuguese Workers.** **International journal of Industry Ergonomics**, n. 35, p. 401-410, 2005. workers. **Applied Ergonomics**, v. 32, p. 239-246, 2001.

BOLSTAD, G.; BENUM, B.; ROKNE, A. **Anthropometry of Norwegian light na office workers.** **Applied Ergonomics**, v. 32, p. 239-246, 2001. Código de Deontologia do Ergonomista Certificado – Norma ERG BR 1002.

COUTO, H. de A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho** – O manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, v1 e 2, 1995. 383p.

DEMPSEY, P. G. et al. **Isometric Muscle Strength and Anthropometric of a Chinese sample.** **International Journal of Industrial Ergonomics**, n 35, p. 674 – 679, 2005.

DEWANGAN, K. N.; OWARY, C.; DATTA, R. K. **Anthropometric data of female farm workers from north eastern India and design of hand tools of the hilly region.** **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, p. 90-100, 2008.

GONZALEZ, C. G.; VASQUEZ, Z.; RAMON, J. **Metrologia.** México: Mc Graw-Hill, 1995.

GUIMARÃES, L. B. M. **Instituto Nacional de Tecnologia: Pesquisa Antropométrica e Biomecânica dos Operários da Indústria de Transformação.** p.21-RJ, 1988.

HALL, S. J. **Biomecânica básica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KLEIN, ALISON A. **Aplicação da fotogrametria para coleta de dados da antropometria da mão.** Eng. Mecânica (Dissertação de Mestrado), Curitiba. 2009.

LECH, O. **Princípios Básicos**. In: PARDINE, Arlindo G. Jr. Cirurgia da mão: Lesões não traumáticas. Rio de Janeiro, Medsi, 1990.

NORTON, K.; OLDS, T. **Antropométrica**: um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área de saúde. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J. C. P. **A carteira escolar como objeto de desenvolvimento da educação do design ergonômico**. p.24, Bauru-SP: Canal 6, 2010.

PEEBLES, L; NORRIS, B. **Aduldata**: The handbook of adult anthropometric and strength measurements. Nottingham, London, 2000.

PEREIRA NETO, F. B. **Estudo conceitual de um banco de dados ergonômico para uso em um projeto de produtos com o auxílio de manequim 3D**. Eng. De Produção e Sistemas (Dissertação de Mestrado), Florianópolis. 1992. In:

PETROSKI, E. L. Antropometria – Técnicas e Padronizações. Porto Alegre: Palloti, 1999.

PETROSKI, E. L. **Antropometria**: Técnicas e Padronizações. Porto Alegre: Palloti, 1999.

PHEASANT, S. **Bodyspace-Anthropometry, Ergonomics and Design**. 2Ed London, 1996

PUTZ, R.; PABST, R. S. **Atlas de Anatomia humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

Rev. bras. fisioter. v.10 n.4 São Carlos out./dez. 2006

RODRIGUES-AÑEZ, C. R. Antropometria e sua aplicação na ergonomia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano**, v. 3, n. 1, p. 102-108, 2001.

ROEBUCK, J. A. JR.; KROEMER, K. H. E.; THOMSON, W. G. **Engineering anthropometry methods**. Wiley-Intersciencie, 1975.

ROEBUCK, J. A. **Anthropometric methods: Designing to the human body**. Santa Monica: Human Factors end Ergonomics Society, 1993.

ROSA, F. J. B.; RODRIGUES-AÑEZ, C. O estudo das características físicas do homem por meio da proporcionalidade. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano**, v. 4, n.1, p. 53-66, 2002.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**, p.271-276, 2005.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho - Ergonomia: Método e Técnica**. São Paulo: FTD/Oboré, 1987.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho: Textos seleccionados de ergonomia**. São Paulo: Fundacentro, 1997.

www.malthus.com.br- 16/10/2011.

www.mat.ubi.pt/~jgama/tab_t-student.pdf - 16/10/2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1



Coleta de Amostras

Nome: _____

Fone: _____ E-mail: _____

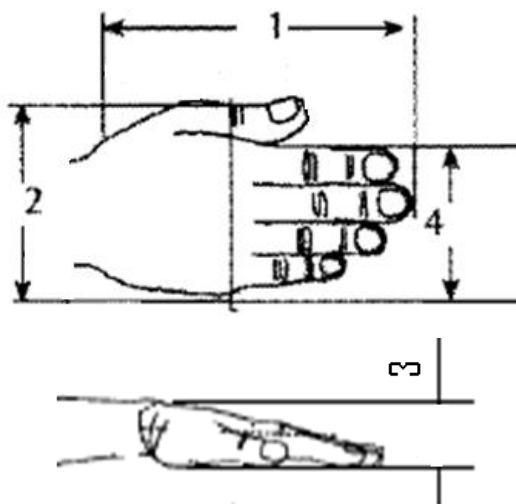
Nacionalidade: _____

Etnia: _____

Amostragem proporcional estratificada

Profissão	Altura(m)	Idade(Anos)	Peso (kg)	IMC

Medidas Antropométricas Físicas Diretas



MÃO DIREITA	(mm)	MÃO ESQUERDA	(mm)
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	

ANEXOS

ANEXO 1

